

Министерство образования и науки Российской Федерации
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Уфимский государственный нефтяной технический университет»

Кафедра математики
Кафедра технологических машин и оборудования

**РОЛЬ МАТЕМАТИКИ
В СТАНОВЛЕНИИ СПЕЦИАЛИСТА**

**Материалы
Международной научно-методической конференции**

Уфа
Издательство УГНТУ
2017

УДК 378
ББК 74.58
Р 68

Редакционная коллегия:
Исмаков Р.А. (отв. редактор)
Фаткуллин Н.Ю.
Шамшович В.Ф.
Латыпов Б.М.
Зинатуллина Э.Я. (отв. секретарь)

Рецензент:
Доктор технических наук, главный специалист
отдела строительства скважин
ООО «БашНИПИнефть» *А.В.Лягов*

Р 68 Роль математики в становлении специалиста: материалы
Международной научно-методической конференции / редкол.: Р.А.
Исмаков и др. – Уфа: Изд-во УГНТУ, 2017. – 88 с.

ISBN 978-5-7831-1492-2

Международной научно-методическая конференция студентов, аспирантов и молодых ученых «Роль математики в становлении специалиста» проводилась с целью ознакомления студентов направления «Технологические машины и оборудование» профиля «Машины и оборудование нефтяных и газовых промыслов» с использованием математики в сфере их будущей профессиональной деятельности.

В сборник включены материалы докладов студентов, аспирантов и молодых ученых в области педагогических и инженерно-технических исследований с применением методов математического анализа.

УДК 378
ББК 74.58

ISBN 978-5-7831-1492-2

© ФГБОУ ВО «Уфимский государственный
нефтяной технический университет», 2017

СОДЕРЖАНИЕ

Азизов А.М.

Снижение влияния свободного газа на эффективность работы скважинного насоса 5

Губайдуллин А.Г.

Предупреждение прихвата долот вследствие сужения открытого ствола наклонно направленных и горизонтальных скважин в интервале вязкопластичной горной породы 7

Уразаков К.Р., Комков А.Г., Давлетишин Ф.Ф.

Определение теоретической динамограммы дифференциального штангового насоса при добыче высоковязкой нефти 11

Зотов А.Н., Думлер Е.Б., Уразаков К.Р.

Моделирование работы поршня пневмокомпенсатора с квазинулевой жесткостью 13

Забилов Ф.Ш.

О базовых компетенциях выпускника вуза в области оценки погрешности и неопределенности результатов измерений и вычислений 16

Ковалевский Е.А.

Определение оптимальных условий разбуривания узлов долота обсадной колонны методом анализа и решения уравнений регрессии 18

Комков А.Г.

Определение веса утяжеленного низа штангового скважинного насоса 22

Костенко Н.А., Мельник Л.Ю.

К вопросу об усилении роли самостоятельной работы по математике обучающегося в вузе 24

Латыпов И.А.

Работа с математически одаренными школьниками в ОмГУ 27

Саитова Р.З.

Роль преподавателя и обучающегося в процессе обучения математике 30

Симбаев И.Б., Булюкова Ф.З., Бурханова Г.Ф.

Организация работ при капитальном ремонте скважин 32

Шабанова В.В., Захарова М.А.

Стратегия выигрыша 35

Булаев К.Д., Забилов Ф.Ш.

Акустический контроль технического состояния обсадных колонн из стеклопластиковых труб 39

Бернекер Е.В.

Разработка методики расчета оптимального количества центраторов на одну штангу 41

Валеев И.А., Ишмурзин А.А.

Контроль деталей электроцентробежного насоса при ремонте 45

Габидуллин Р.А., Ахияров Р.Ж.

Технология отбора газа из затрубного пространства скважины 47

<i>Гильманов А.Р.</i>	
Исследование применения компоновок колтюбингового комплекса при бурении боковых стволов	49
<i>Идрисов Э.М.</i>	
Оценка технического состояния обратного клапана до эксплуатации и в процессе ремонта	51
<i>Идрисов Л.Р.</i>	
Улучшение смазки подшипников опор шарошечных долот	53
<i>Закирничная М.М., Имакаев Р.В.</i>	
Оценка напряженно-деформированного состояния технологических трубопроводных систем с использованием программного комплекса «СТАРТ»	55
<i>Немирович С.А.</i>	
Разработка испытательного стенда для опорно-центрирующего устройства трубопровода	58
<i>Нуриддинов Б.Б.</i>	
Оценка эффективности применения ионного нагрева высоковязкой нефти в нефтепромысловой практике	60
<i>Сибгатуллин Ф.Д., Ишмурзин А.А.</i>	
Усовершенствование блочной установки подготовки нефти	62
<i>Федотова Е.О.</i>	
Современное состояние нефтепогружных кабелей	64
<i>Федотова Т.О.</i>	
О некоторых перспективных путях в развитии оценок технического состояния УЭЦН	65
<i>Хакимов Р.Т.</i>	
О создании дополнительной осевой нагрузки на долото	67
<i>Хальфутдинова А.А., Забиров Ф.Ш.</i>	
Аналитические исследования значения фактической площади контакта пары «ШАРИК-СЕДЛО»	70
<i>Хатинов М.А.</i>	
Определение оптимальных частот вращения штанговой колонны с целью минимизации крутящих нагрузок	72
<i>Хусаинова А.А., Забиров Ф.Ш.</i>	
О применении композиционных материалов для изготовления деталей центробежных насосов	74
<i>Шакиров И.Д., Назаров С.В.</i>	
Перспективы и развития повышения надежности работы клапанных пар ШГН	78
<i>Шемагонов С.М.</i>	
Выбор оптимального режима работы ШСНУ	80
<i>Сафин Р.Р.</i>	
Популяризация математических знаний как фактор привлечения к обучению в вузе профессионально-ориентированной молодежи	81

СНИЖЕНИЕ ВЛИЯНИЯ СВОБОДНОГО ГАЗА НА ЭФФЕКТИВНОСТЬ РАБОТЫ СКВАЖИННОГО НАСОСА

А.М. Азизов (аспирант)

*ФГБОУ ВО «Уфимский государственный нефтяной технический
университет», г. Уфа*

Аннотация. Эксплуатация скважин, добывающих газожидкостную смесь, характерны технологические осложнения в работе глубиннонасосного оборудования, вызванными присутствием газовой фазы в продукции скважины. Для дегазации откачиваемой жидкости предложено оснащение зоны приема скважинного насоса массообменной насадкой. В статье описана конструкция и принцип работы массообменной насадки.

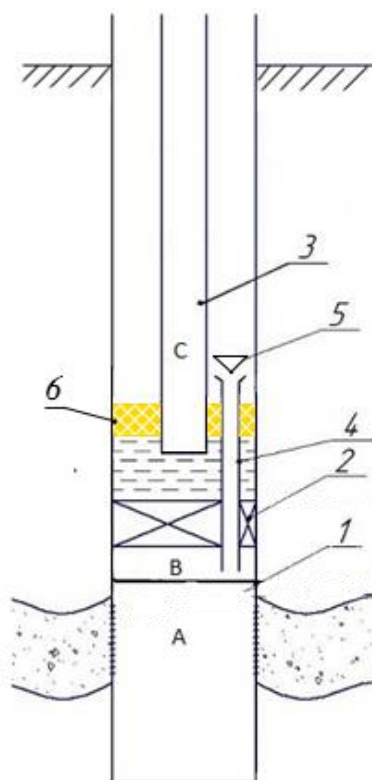
Ключевые слова: штанговый насос, добыча нефти, массообменная насадка, дегазация.

Эксплуатация скважин, добывающих газожидкостную смесь, характеризуется обычно технологическими осложнениями в работе глубиннонасосного оборудования, вызванными присутствием газовой фазы в продукции скважины. Эти осложнения проявляются в снижении технических параметров насосного оборудования: производительности, межремонтного периода и т.д. Степень осложнений пропорциональна превышению количества газовой фазы в откачиваемой смеси, регламентированного заводами-изготовителями. На практике данная задача решается искусственным снижением содержания газовой фазы в откачиваемой смеси.

Низкое газосодержание на приеме обеспечивает нормальную работу штангового скважинного насоса. При повышении газосодержания эффективность работы насоса снижается. Под влиянием свободного газа может произойти срыв подачи насоса, который заключается в том, что насос перестает откачивать из скважины газожидкостную смесь или пену, так как рабочая часть цилиндра целиком заполняется газом.

Эффект дегазации можно повысить увеличением удельной поверхности раздела фаз, что приводит к сокращению путей диффузии удаляемого газа из капли или пленки жидкости, а при прочих равных условиях увеличивает время контакта нефти с газовой фазой.

Для этого предлагается оснастить зону приёма насоса массообменной насадкой. Газожидкостной поток, выходящий под действием забойного давления через трубку 1 рассекается обтекаемым элементом, при этом происходит противоток жидкости, стекающей через насадочное устройство 6 к зоне приёма насоса и газа, продолжающего интенсивно выделяться из-за разницы давлений газонасыщения и парциального давления газового столба.



А, В, С – условно выделенные зоны скважины,
 1 - верхний уровень интервала перфорации, 2 - пакер,
 3 - насос и насосные трубы, 4- трубка для отвода газожидкостной смеси
 выше приема насоса, 5-рассекатель,
 6-насадочное устройство регулярной формы
 Рисунок 1 – Схема скважины, оборудованной глубинным насосом,
 рассекателем потока и регулярной насадкой

Список использованных источников

1. Гиматулинов Ш.К. Физика нефтяного и газового пласта. М.: Недра, 1971 – 312.
2. Мищенко И.Т. Скважинная добыч нефти: Учебное пособие для вузов. - М: М71 ФГУ Изд-в «Нефть и газ» РГ нефти и газа им. И.М. Губкина, 2003. - 816 с.
3. Овчинникова О.Л. Массообменные процессы и аппараты. Методическое пособие. – Омск: 2012, 73 стр.
4. Патент. RU 2586349 С1. Глубинно-насосная установка// Уразаков К.Р., Бахтизин Р.Н., Азизов А.М. и др. – Оpubл. 10.06.2015.
5. Лаптева Е.А., Фарахов Т.М. Математические модели и расчёт тепломассообменных характеристик аппаратов. Под ред. Лаптева А.Г. – Казань: Отечество, 2013 – 182 с.
6. Бахтизин Р.Н., Уразаков К.Р., Азизов А.М. и др. Методика определения глубины установки газового сепаратора в добывающей скважине//Нефтяное хозяйство, 2015. - №12. - С.116 – 120.

ПРЕДУПРЕЖДЕНИЕ ПРИХВАТА ДОЛОТ ВСЛЕДСТВИЕ СУЖЕНИЯ ОТКРЫТОГО СТВОЛА НАКЛОННО НАПРАВЛЕННЫХ И ГОРИЗОНТАЛЬНЫХ СКВАЖИН В ИНТЕРВАЛЕ ВЯЗКОПЛАСТИЧНОЙ ГОРНОЙ ПОРОДЫ

А.Г. Губайдуллин (ассистент)

*ФГБОУ ВО «Уфимский государственный нефтяной технический
университет», г. Уфа*

Аннотация. Приведены рекомендации по предупреждению осложнений вследствие вязкопластической деформации горных пород в наклонно направленных и горизонтальных скважинах на основе установленных критериев заклинивания долот в интервалах сужения ствола. Разработан алгоритм предупреждения осложнений (прихвата долот) при сужении ствола скважины вследствие вязкопластической деформации горных пород.

Ключевые слова: прихват долота, вязкопластичная горная порода, сужение ствола скважины, проработка ствола, перемещение стенки скважины

В связи со сложностью аварий, связанных с прихватом долот, высокими непроизводительными затратами времени и средств на их ликвидацию, необходимо уделить максимальное внимание их профилактике при сужении ствола скважины.

Для определения возможности заклинивания долота определим минимальные значения перемещения стенок скважины, при которых произойдет заклинивание долота для различных долот (т.е. критерии прихвата долота при сужении ствола). Для шарошечного долота с вооружением для обратной проработки определяется формулой (1):

$$R_{min, шар} = \Delta_з + \Delta_в, \quad (1)$$

где $R_{min, шар}$ - минимальное значение перемещения стенок скважины, при котором произойдет заклинивание;

$\Delta_з$ – величина завеса шарошки [1];

$\Delta_в$ – зазор для выхода породоразрушающего инструмента.

Отсюда $R_{min, шар} \approx 5 \text{ мм}$.

Для долота PDC без вооружения Up-Drill прихватоопасность определяется выступающей частью корпуса долота и минимальное значение перемещения стенок скважины, при котором произойдет заклинивание составит составляет $R_{min, PDC} \approx 3 \text{ мм}$. Для долота PDC с вооружением Up-Drill минимальное значение перемещения стенок скважины при котором произойдет заклинивание, определяется из диаметра резца для обратной проработки (2):

$$R_{min, PDCU} = \frac{3}{4} d_p, \quad (2)$$

где $R_{min,PDC}$ - минимальное значение перемещения стенок скважины при котором произойдет заклинивание долота PDC с вооружением Up-Drill;

d_p - диаметра резца долота PDC для обратной проработки.

Отсюда критерий заклинивания долота PDC с вооружением Up-Drill $R_{min,PDC} \approx 8 \dots 10$ мм.

На рисунках 1 и 2 приведен алгоритм предупреждения осложнений (затяжек и заклиниваний долот) проработкой ствола наклонно направленных скважин в упруговязкопластичных горных породах. При углублении ствола в упруговязкопластичной горной породе время бурения интервала определяется временем, в течение которого перемещение стенки скважины $R_c(t)$ на опасном участке (соответствующем верхней части интервала) достигает значения, определяющего заклинивание долота (время безопасного проведения буровых работ). Расчет перемещения стенок скважины приведен в работах [2,3].

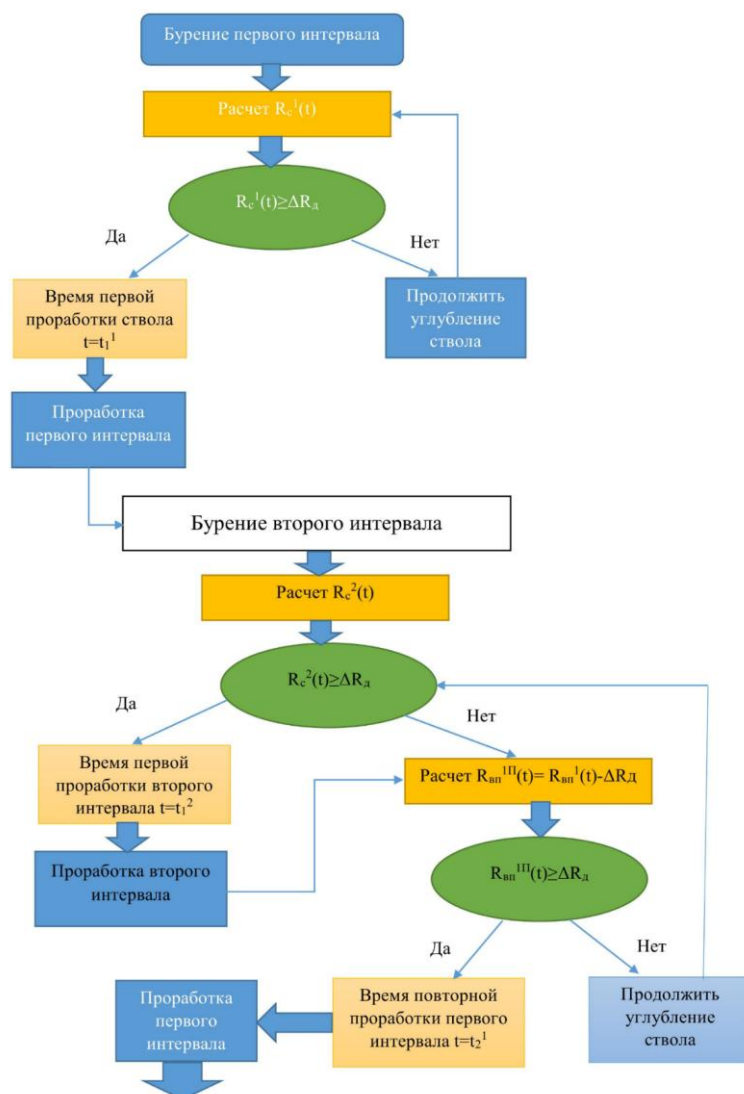


Рисунок 1 – Алгоритм предупреждения осложнений заклинивания долот путем проработки ствола в опасном интервале

В алгоритме введены следующие обозначения: t – текущее время расчета перемещения стенки скважины; $R_c^1(t)$ – упруговязкопластическое перемещение стенки скважины в первом интервале (верхний индекс) через t часов после вскрытия горной породы долотом (до первой проработки); ΔR_d – критерий заклинивания долота (в зависимости от типа применяемого долота); t_1^1 – время первой проработки (нижний индекс) первого интервала (верхний индекс); $R_{вп}^{1П}$ – вязкопластическое перемещение стенки первого интервала после проработки (3):

$$R_{вп}^{1П} = R_{вп}^1(t) - \Delta R_d, \quad (3)$$

где $R_{вп}^1(t)$ – вязкопластическое перемещение стенки первого интервала в момент времени t полученное в результате расчета в программе.

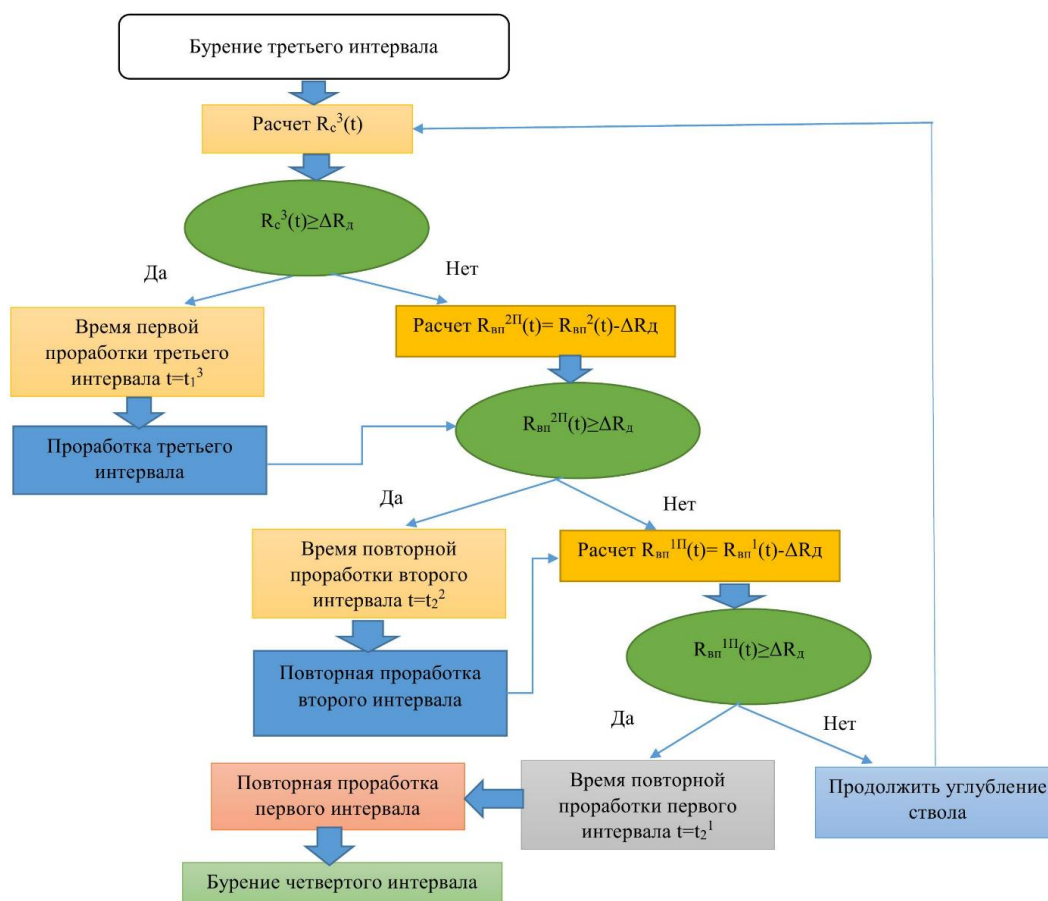


Рисунок 2 – Алгоритм предупреждения осложнений заклинивания долот путем проработки ствола в опасном интервале

Таким образом в формуле (3) допускаем, что проработка ствола осуществляется по достижению критерия заклинивания долота. Упругое перемещение стенки имеет место только после вскрытия горной породы и после первой проработки и в дальнейших расчетах не учитывается (определяется вязкопластическое перемещение скважины).

Углубление ствола скважины продолжается до достижения времени безопасного проведения буровых работ (времени проработки ствола интервала), получаемого из расчета упруговязкопластического перемещения стенки скважины в первом интервале $R_c^1(t)$. На основе расчетного времени безопасного проведения буровых работ принимается решение о проработке ствола первого интервала. После проработки первого интервала выполняют бурение второго интервала до момента времени безопасного проведения буровых работ (времени проработки) во втором интервале. Соответственно принимается решение о проработке второго интервала или продолжении углубления ствола скважины. Также выполняется расчет перемещения стенок скважины в первом интервале с целью определения необходимости повторной проработки ствола в первом интервале в расчетный момент времени t . Аналогичные действия выполняются при бурении последующих интервалов в вязкопластичных горных породах.

Список использованных источников

1. Попов, А.Н. Методика расчета упругого перемещения стенок скважины после вскрытия горной породы бурением [Текст]: учеб.-метод. пособие / Сост. А.Н. Попов, Ф.З. Булюкова, А.И. Могучев, Н.И. Крысин. – Уфа: Изд-во УГНТУ, 2011. – 24 с.
2. Губайдуллин, А.Г., Могучев, А.И. Упруговязкопластическое смещение стенок наклонно-направленных и горизонтальных скважин [Текст] // Территория Нефтегаз. – 2016. – №3 – С. 56-61.
3. Могучев, А.И., Губайдуллин, А.Г., Лобанков, В.М., Беляева, А.С. Влияние трещиноватости горных пород на упруговязкопластическое перемещение стенок скважин [Текст] // Нефтяное хозяйство. – 2016. – №5. – С. 41-43.

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ТЕОРЕТИЧЕСКОЙ ДИНАМОГРАММЫ ДИФФЕРЕНЦИАЛЬНОГО ШТАНГОВОГО НАСОСА ПРИ ДОБЫЧЕ ВЫСОКОВЯЗКОЙ НЕФТИ

*К.Р. Уразаков (д.т.н., профессор), А.Г. Комков (аспирант),
ФГБОУ ВО «Уфимский государственный нефтяной технический
университет», г. Уфа*

Ф.Ф. Давлетишин (магистрант)

ФГБОУ ВО «Башкирский государственный университет», г. Уфа

Аннотация. Предложена модель работы установки скважинного штангового дифференциального насоса. Полученные теоретические динамограммы показали эффективность применения дифференциальных насосов для добычи высоковязкой нефти.

Ключевые слова: штанговый насос, высоковязкая нефть, добыча нефти, динамограмма, насосные штанги.

В модели движения и деформации колонны штанг, принято допущение, что штанговая колонна представляет собой длинный стержень одного диаметра, при этом в расчете гидродинамического трения штанг о трубы учитывается сопротивление, возникающие в муфтах. Все теоретические и эмпирические зависимости, необходимые для определения нагрузок на штанговую колонну, общеприняты в нефтепромысловой практике.

Модель работы штанговой колонны аналогична приведенной в работе [1]. Отличием данной работы является изменение действующих на нижний конец штанговой колонны нагрузок, связанных с особенностями работы дифференциального насоса.

Для сравнения работы стандартного и усовершенствованного насосов, были взяты стандартные штанговый насос с диаметром плунжера 32 мм – «30–125–РНАМ 14 – 4 – 2 – 2» и дифференциальный насос с двумя плунжерами диаметром 44 мм и 32 мм. Выбор данных типоразмеров обусловлен близостью значений теоретических подач насоса.

Значительная величина вязкости равная 1000 МПа·с была выбрана для анализа возможности эксплуатации рассматриваемых насосов в осложненных условиях.

На рисунке 1 показано сравнение динамограмм работы обычного и дифференциального штангового насоса. Динамограмма дифференциального насоса расположена несколько выше, чем стандартного, максимальные нагрузки в точке подвеса штанг соответственно тоже выше. Это обусловлено тем, что диаметр плунжера, обеспечивающего подъем жидкости, у дифференциального насоса больше, чем у стандартного. За счет того, что в дифференциальном насосе при ходе вниз насосные штанги и высоковязкая нефть движутся в одном направлении, сопротивления движению штанг значительно меньше, чем при использовании стандартного насоса. По

динамограмме видно, что у стандартного насоса нагрузки на полированный шток упали до отрицательных значений, и происходит зависание колонны насосных штанг. В реальной скважине при таких условиях работы установки произошло бы рассогласование движения полированного штока и балансира, что могло бы привести к аварийной ситуации (обрыв канатной подвески или штанг, потеря зацепления в точке подвеса каната и т.д.).

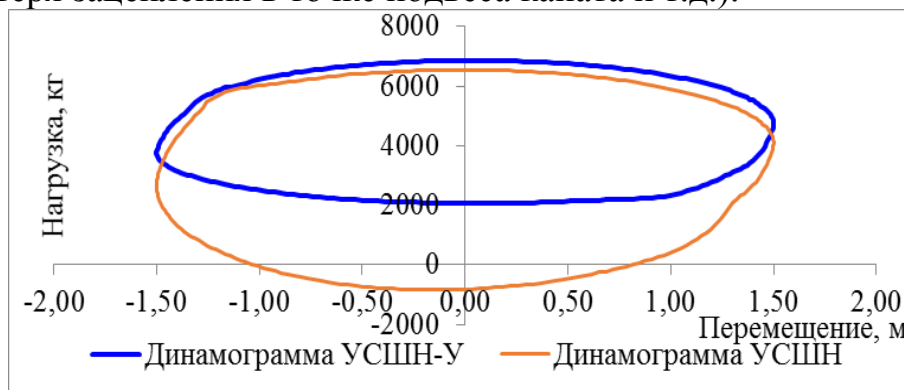


Рисунок 1 - Динамограммы стандартного и дифференциального насосов

Расчет приведенных напряжений по Одингу, выполненный по значениям динамограммы показал уменьшение приведенных напряжений с 125 МПа у стандартного насоса, до 103,3 МПа у дифференциального. Несмотря на то, что снижения приведенных напряжений недостаточно для удовлетворения требованиям прочности стандартных насосных штанг, эксплуатация дифференциального насоса возможна при применении более прочных штанг, а эксплуатация стандартного насоса невозможна в силу зависания колонны.

Список использованных источников

1. Валеев М.Д. Исследование гидродинамических нагрузок на глубиннонасосное оборудование в процессе откачки вязких нефтяных эмульсий: автореф. дис. канд. техн. наук / М.Д. Валеев. - Уфа, 1977. - 24 с.
2. Патент 2565947 Рос. Федерация. Штанговая насосная установка// К.Р. Уразаков, Р.Н. Бахтизин, Т.А. Хакимов - №2009125898/06; заявл. 25.11.2014; опубл. 20.10.2015, Бюл. №29. – 4 с.
3. Бахтизин Р.Н. Утечки жидкости в штанговом насосе с регулярным микрорельефом на поверхности плунжера / Р.Н. Бахтизин, К.Р. Уразаков, Б.М. Латыпов, Б.Х. Ишмухаметов // Нефтегазовое дело: науч.-техн. журн. /УГНТУ. 2016. Т.14, № 4. С. 33-39.
4. Уразаков К.Р. Методика расчета подъемной силы, действующей на цилиндр дифференциального насоса / К.Р. Уразаков, Б.М. Латыпов, А.Г. Комков, И.А. Мухин// Нефтегазовое дело: науч.-техн. журн. /УГНТУ. 2016. Т.14, № 3. С. 78-83.
5. Уразаков К.Р. Расчет теоретической динамограммы с учетом осложнений в работе скважинного штангового насоса/ К.Р. Уразаков, Р. Н. Бахтизин, С.Ф. Исмагилов, А.С. Топольников// Нефтяное хозяйство: науч.-техн. журн, 2014. - № 1. - С. 90-93.

МОДЕЛИРОВАНИЕ РАБОТЫ ПОРШНЯ ПНЕВМОКОМПЕНСАТОРА С КВАЗИНУЛЕВОЙ ЖЕСТКОСТЬЮ

А.Н. Зотов (д.т.н., профессор), Е.Б. Думлер,

К.Р. Уразаков (д.т.н., профессор)

*ФГБОУ ВО «Уфимский государственный нефтяной технический
университет», г. Уфа*

Аннотация. Работа посвящена пневмокомпенсаторам УЭЦН с квазинулевой жесткостью, которые получены путем параллельного соединения пакета тарельчатых пружин и пневмопружины. Смоделирована работа поршня пневмокомпенсатора под действием перепада давления на выкиде УЭЦН.

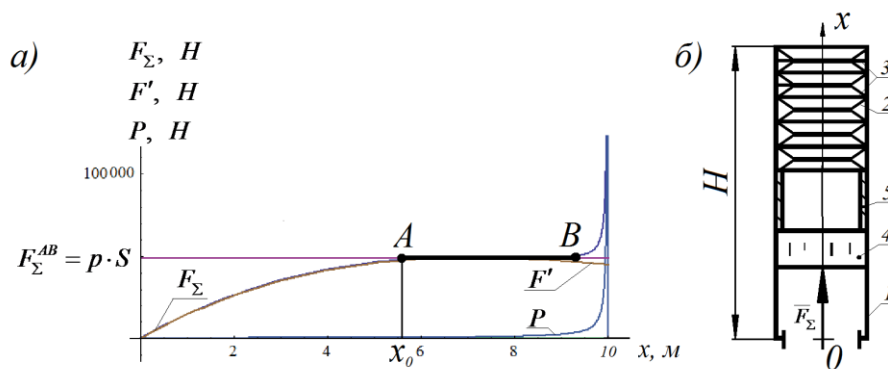
Ключевые слова: компенсаторы насосов; квазинулевая жесткость; тарельчатые пружины; пневмопружина; УЭЦН.

Для компенсации колебаний давления на выкиде УЭЦН (установка электроцентробежного насоса) разработан пневмокомпенсатор, имеющий силовую характеристику с участком квазинулевой жесткости (рисунок 1, а) [1]. Он представляет собой совокупность пневмопружины с положительной жесткостью и пакета последовательно соединенных тарельчатых пружин с отрицательной жесткостью (рисунок 1, б). При сложении характеристик с положительной и отрицательной жесткостями получается участок с квазинулевой жесткостью (AB). Результирующая силовая характеристика F_{Σ} определялась по формуле (1) [2].

$$F_{\Sigma} = \frac{p_0 \cdot \left(\frac{\pi \cdot D^2}{4}\right) \cdot H}{(H - x)} +$$

$$+ 8 \cdot \pi \cdot E \cdot s \cdot \left(\frac{x}{N}\right) \cdot \frac{\left\{ \left(f - \left(\frac{x}{N}\right)\right) \cdot \left(f - \left(\frac{x}{N}\right) / 2\right) \cdot \left[\frac{(D + d)}{2 \cdot (D - d)} - \frac{1}{\ln(D/d)} \right] + s^2 \cdot \ln\left(\frac{D}{d}\right) / 12 \right\}}{(D - d)^2}, \quad (1)$$

где p_0 – начальное давление пневмокомпенсатора (при $x = 0$, рисунок 1, б);
 D – наружный диаметр тарельчатой пружины;
 d – внутренний диаметр тарельчатой пружины;
 H – высота поршня пневмокомпенсатора;
 f – высота конуса тарельчатой пружины;
 s – толщина конуса тарельчатой пружины;
 N – количество тарельчатых пружин;
 x – осадка тарельчатой пружины;
 E – модуль упругости первого рода материала тарельчатой пружины.



а) силовая характеристика с квазинулевой жесткостью (F_Σ^{AB} на участке АВ):

$p = 200$ атм. – забойное давление; $S \approx 0,0025$ м² – площадь поршня;

$H = 8$ м – высота поршня; F' – силовая характеристика пакета тарельчатых

пружин; x_0 – координата точки А; P – силовая характеристика

пневмопружины; F_Σ – результирующая силовая характеристика;

б) схема пневмокомпенсатора: 1 – корпус пневмокомпенсатора;

2 – тарельчатые пружины; 3 – прокладки;

4 – поршень пневмокомпенсатора; 5 – втулка;

Рисунок 1 – Пневмокомпенсатор с квазинулевой жесткостью

Параметры p_0 , s , N , d подбирались таким образом, чтобы величина квазипостоянной силы F_Σ^{AB} была равна силе действующей на

поршень на забое: $F_\Sigma^{AB} = p \cdot S$, где p – забойное давление; $S = \frac{\pi \cdot D^2}{4}$ – площадь поршня пневмокомпенсатора. Под действием забойного давления координата поршня будет равна x_0 . Тогда начало координат (рисунок 1) переместится в

точку А. Аналитически сила $\hat{F}_\Sigma$ (рисунок 2, а) будет определяться как $\hat{F}_\Sigma = F_\Sigma(x - x_0) - p \cdot S$. На рисунке 2, б) представлены перепады давлений на

выкиде УЭЦН (скважины Царичанско+Филатовского месторождения ООО «Газпромнефть Оренбург») – зависимости 1, 2, 3. Для аналитического

описания этих перепадов была проведена аппроксимация зависимостей 1, 2, 3 функцией $C0 + A \cdot \text{Tanh}[k_* \cdot t]$ (1', 2', 3').

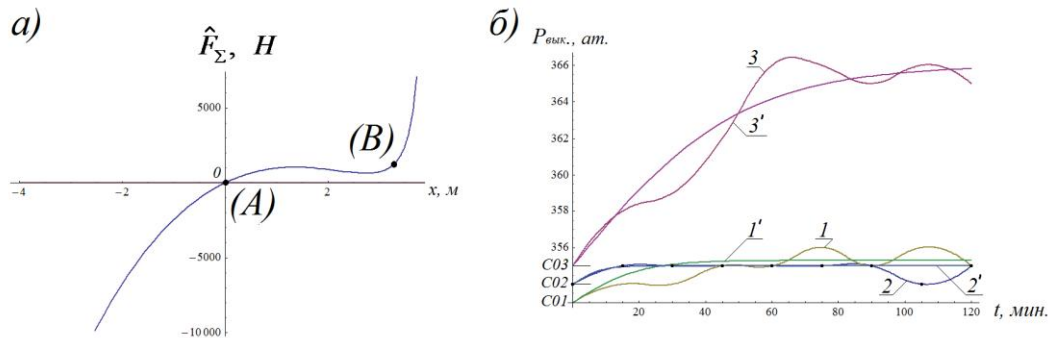
Получены следующие значения $C0$, A , k_* : 1' – $C01 = 353 \cdot 10^5$; $A = 2,3 \cdot 10^5$; $k_* = 0,05$; 2' – $C02 = 354 \cdot 10^5$; $A = 1 \cdot 10^5$; $k_* = 0,12$; 3' – $C03 = 355 \cdot 10^5$; $A = 11 \cdot 10^5$; $k_* = 0,02$.

Движение поршня пневмокомпенсатора при воздействии перепада давления определяется следующим дифференциальным уравнением (при давлении $C0$ поршень находится в нейтральном положении; начальные условия: $x_0 = \dot{x}_0 = 0$).

$$m \cdot \ddot{x} = A \cdot S \cdot \text{Tanh}[k_* \cdot t] - \hat{F}_\Sigma(x) - F_{mp} \cdot \text{sign}[\dot{x}], \quad (2)$$

где $m = 0,2$ кг – масса;

$F_{тр.}$ - сила трения, действующая на поршень.



а) силовая характеристика поршня пневмокомпенсатора на забое;

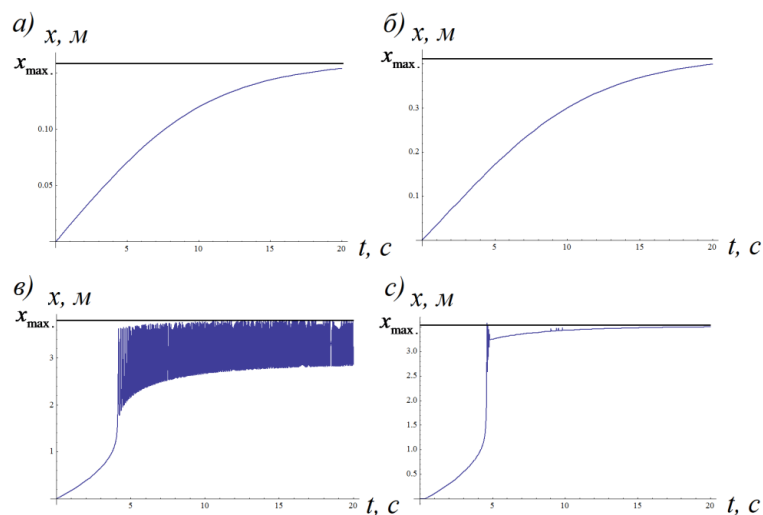
б) аппроксимация перепадов давления на выкиде УЭЦН

(1, 2, 3 – реальные зависимости; 1', 2', 3' – аналитические зависимости);

(1' – C01=353 атм.; 2' – C02=354 атм.; 3' – C03=355 атм.)

Рисунок 2

На рисунке 3 представлены зависимости перемещений поршня от времени, определенные численным решением дифференциального уравнения (2). Как видно из рисунка 2, максимальные смещения поршня во всех вариантах не превышают 4 м, что меньше длины участка квазинулевой жесткости AB (≈ 4 м, рисунок 1, а). Следовательно, предлагаемый пневмокомпенсатор работоспособен и может эффективно работать в реальных условиях.



а) $A=10^5$; $F_{тр.}=0$; $x_{\max} \approx 0,16$ м; б) $A=2,3 \cdot 10^5$; $F_{тр.}=0$; $x_{\max} \approx 0,32$ м;

в) $A=11 \cdot 10^5$; $F_{тр.}=0$; $x_{\max} \approx 3,8$ м; с) $A=11 \cdot 10^5$; $F_{тр.}=100$ Н $x_{\max} \approx 3,5$ м.

Рисунок 3 - Зависимости координаты поршня пневмокомпенсатора от времени

Список используемых источников:

1. Алабужев П.М. Виброзащитные системы с квази нулевой жесткостью/ П.М. Алабужев, А.А. Гритчин, И.И.; Под ред. К.М. Рагульскиса. – Л.: Машиностроение, 1986. – 96 с.
2. Андреева Л.Е. Упругие элементы приборов. 2 изд. перераб. и доп. – М.: Машиностроение, 1981. – 391 с., ил.

УДК 519/6:006.91

**О БАЗОВЫХ КОМПЕТЕНЦИЯХ ВЫПУСКНИКА ВУЗА В ОБЛАСТИ
ОЦЕНКИ ПОГРЕШНОСТИ И НЕОПРЕДЕЛЕННОСТИ
РЕЗУЛЬТАТОВ ИЗМЕРЕНИЙ И ВЫЧИСЛЕНИЙ**

Ф.Ш. Забиров (к.т.н., профессор)

*ФГБОУ ВО «Уфимский государственный нефтяной технический
университет», г. Уфа*

Аннотация. Обосновывается важность компетенций выпускника вуза в области метрологии. Приводятся некоторые базовые понятия, математики, используемые при определении неопределенности измерений.

Ключевые слова: компетенция, оценка результата измерения, погрешность измерения, неопределенность измерения.

У выпускников вузов, обучавшихся по направлениям подготовки и специальностям технического профиля, должны быть сформированы общепрофессиональные компетенции в области метрологии. Для реализации этих компетенций выпускники таких вузов должны знать основные понятия в области метрологии, а также иметь навыки применения этих знаний при выполнении своих должностных обязанностей. В инженерной практике вышеуказанные компетенции наиболее часто востребованы: измерения (также, как и вычисления) являются неотъемлемой частью практически любой деятельности выпускника вуза [2].

Фактически измерения – это процесс, завершающим этапом которого является «результат измерения». В результате измерения может быть найдена только оценка истинного значения (а не само значение), называемое действительным значением физической величины. Действительное значение физической величины - это значение физической величины, найденное экспериментальным путем, которое имеет настолько близкое к истинному значение, что для поставленной измерительной задачи может его заменить. Истинное значение физической величины – это значение физической величины, которое абсолютно верно отражает эту величину (эту величину при измерении стараются определить).

Любые результаты, полученные при проведении измерений или вычислений, содержат погрешность измерения или вычисления (вычислительные погрешности), зависящие от ряда факторов. Погрешность рассматривают как сумму двух составляющих: случайной и систематической

[3]. Систематические погрешности связаны в основном с погрешностями средств измерений, несовершенством методов измерений и остаются постоянными или закономерно изменяющимися при повторных измерениях одной и той же физической величины. Случайные погрешности вызываются неконтролируемыми обстоятельствами, описываемыми методами теории вероятностей, при этом случайная погрешность рассматривается как случайная величина. При этом случайная величина полностью описывается функцией распределения вероятностей случайной величины.

Источниками возникновения погрешности вычислений могут быть неточность математического описания (например, неточность задания исходных данных), неточность численного метода решения задачи, несоответствия математического описания задачи реальной действительности (погрешность математической модели), несоответствие метода вычислений со способом решения поставленной математической задачи и др.

Погрешность является идеализированным понятием, поскольку на практике ее точное значение неизвестно. В то время как точные значения составляющих погрешности результата измерения неизвестны и непознаваемы, неопределенности, связанные со случайными и систематическими эффектами, которые приводят к погрешности, могут быть оценены. Таким образом, неопределенность результата измерения является оценкой степени близости к наилучшему значению, которое получено на основе имеющихся в настоящий момент знаний. Согласно [1] неопределенность – это оценка результата измерения y , характеризующая разброс значений, которые может принимать измеряемая величина Y , выраженная формулой

$$Y = y \pm U, p = 0,95 \quad (1)$$

где U – неопределенность измерения;

p – доверительная вероятность.

Из выражения (1) видно, что вероятный разброс значений Y находится в диапазоне $\pm U$ относительно результата измерения y , а степень обоснованности нахождения значений Y в этом интервале определяется с вероятностью $p = 0,95$.

Для правильного определения результатов измерений и вычислений выпускник технического вуза должен знать соответствующие базовые понятия, правила и методы математики и уметь их применять в своей профессиональной деятельности. К числу таких базовых понятий относятся «значащая цифра», «погрешность абсолютная и относительная», «среднее квадратическое отклонение», «среднее арифметическое значение», «дисперсия», «неопределенность измерения», «верное число», «доверительный интервал», «доверительная вероятность», «математическое ожидание».

Значащими цифрами числа называют все цифры в его записи, начиная с первой ненулевой слева. Значащую цифру называют верной, если модуль погрешности числа не превосходит единицы разряда, соответствующего этой цифре. Число должно быть записано со всеми верными цифрами, если в его записи представлены только верные значащие цифры. Например, вместо записи $a = 2,8674523 \pm 0.076$ результат должен быть указан в виде $2,87 \pm 0.08$. В практической деятельности всегда нужно производить необходимые округления, чтобы не было ложного впечатления о большей, чем это есть на самом деле, точности результатов. Погрешность измерения округляют до первой значащей цифры, всегда увеличивая ее на единицу (например, $0,0862 \approx 0.09$). Если при округлении числа отбрасываемая цифра равна 5, а за ней нет значащих цифр (или стоят одни нули), то последнюю оставляемую цифру увеличивают на единицу, когда она нечетная, и оставляют неизменной, когда она четная. Результаты физических экспериментов записывают только значащими цифрами. За результат многократного измерения принимается среднее арифметическое отдельных измерений. Неопределенность результатов измерений [1] состоит из двух составляющих: типа *A* и типа *B*. Неопределенность типа *A* оценивается путем применения статистических методов, т. е. путем обработки результатов многократных измерений, а типа *B* оценивается на основе априорной информации с применением нестатистических методов.

Список использованных источников

1. ГОСТ Р 54500.3-2011 Руководство ИСО/МЭК 98-3:2008 Неопределенность измерения. Часть 3. Руководство по выражению неопределенности измерения.
2. Немирович Д.А., Забиров Ф.Ш. Применение новых технологий для повышения износостойкости деталей и узлов штанговых скважинных насосов: материалы Всероссийской научно-методической конференции. – Уфа: Изд-во УГНТУ, 2015. – С. 54–55.
3. РМГ29-2013 Рекомендации по межгосударственной стандартизации. Государственная система обеспечения единства измерений. Метрология. Основные термины и определения.

УДК 622.24.051.64

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ОПТИМАЛЬНЫХ УСЛОВИЙ РАЗБУРИВАНИЯ УЗЛОВ ДОЛОТА ОБСАДНОЙ КОЛОННЫ МЕТОДОМ АНАЛИЗА И РЕШЕНИЯ УРАВНЕНИЙ РЕГРЕССИИ

*Е.А. Ковалевский (инженер-конструктор)
ООО НПП «БУРИНТЕХ», г. Уфа*

Аннотация. В статье описана методика определения наилучших условий функционирования процесса разбуривания узлов долота обсадной колонны. Показан способ определения необходимых режимов разбуривания

с помощью анализа и решения уравнений регрессии, полученных путем обработки данных полнофакторного эксперимента. Автор рассматривает зависимость механической скорости процесса от таких факторов, как частота вращения, осевая нагрузка и расход промывочной жидкости. Для примера, в качестве объекта исследования использован образец, изготовленный из алюминия. Составлено уравнение регрессии с определением значимости его коэффициентов. Изучен характер протекания процесса и дана оценка износа инструмента, совершающего разбуривание. Проведен анализ поверхностей отклика для оценки влияния факторов на параметр оптимизации. В результате найдены оптимальные режимы, позволяющие обеспечить максимальную скорость разбуривания и общую эффективность процесса.

Ключевые слова: бурение на обсадной колонне, породоразрушающий инструмент, планирование эксперимента, разбуривание, параметр оптимизации, поверхность отклика, уравнение регрессии.

Технология бурения на обсадной колонне подразумевает разбуривание породоразрушающего инструмента после достижения проектной глубины и проведения операции цементирования [2]. В условиях адаптации оборудования обсадной колонны под разбуривание стандартным РДС долотом, используемым для бурения следующей секции, рационально для изготовления внутренних элементов применять материалы, способные облегчить процесс разбуривания. Другим направлением, позволяющим повысить эффективность работы, может служить выбор оптимальных режимов разбуривания. Оптимизация поможет сохранить поликристаллическое алмазное вооружение долот, увеличить их ресурс и сократить время разбуривания [6].

С целью поиска наилучших условий функционирования изучаемого процесса разбуривания проведено планирование эксперимента. Определена необходимая совокупность режимов с помощью анализа и решения уравнений регрессии, полученных путем обработки данных полнофакторного эксперимента [1,3]. Рассмотрена зависимость механической скорости разбуривания от таких факторов, как частота вращения, осевая нагрузка и расход промывочной жидкости [4,5]:

$$V = f(x_1, x_2, x_3),$$

где x_1 - частота вращения долота, об/мин;

x_2 – осевая нагрузка, т;

x_3 – расход промывочной жидкости, л/с.

Решение начинаем с построения плана эксперимента и выбора экспериментальных точек, симметричных относительно основного уровня (таблица 1).

Таблица 1 – Интервалы варьирования независимых переменных

Значения	x_1	x_2	x_3
Основной уровень	130	3	15
Интервал варьирования	45	2	10
Нижний уровень ($x_i = -1$)	85	1	5
Верхний уровень ($x_i = +1$)	175	5	25

Согласно патентному обзору, испытания проводим на образцах, изготовленных из алюминия, бронзы и полимерного материала. Наиболее часто применяемым является алюминий Д16Т, поэтому для примера проведем его анализ.

Определение оптимальных значений отклика уравнения регрессии с тремя факторами и построение геометрической интерпретации решения является весьма сложной задачей, поэтому используем специализированное программное обеспечение Statistica 10. Уравнение регрессии представляем в виде алгебраического полинома второй степени. После статической обработки результатов оно принимает вид:

$$y = -0,619 + 0,012 \tilde{\sigma}_1 + 0,066 \tilde{\sigma}_2 + 0,023 \tilde{\sigma}_3 - 0,00013 \tilde{\sigma}_1 \tilde{\sigma}_2 - 0,00003 \tilde{\sigma}_1 \tilde{\sigma}_3 + 0,00008 \tilde{\sigma}_2 \tilde{\sigma}_3 - 0,00005 \tilde{\sigma}_1^2 + 0,009 \tilde{\sigma}_2^2 + 0,0004 \tilde{\sigma}_3^2$$

После оценки значимости коэффициентов с помощью диаграммы «Паретто» уравнение записывается в виде:

$$y = -0,619 + 0,012 \tilde{\sigma}_1 + 0,066 \tilde{\sigma}_2 + 0,023 \tilde{\sigma}_3 - 0,00005 \tilde{\sigma}_1^2$$

Строим графики поверхности отклика в координатах Частота оборотов, Нагрузка и Скорость при различных расходах (рисунок 1).

Анализ поверхностей отклика показал, что на параметр оптимизации факторы влияют по-разному. С увеличением осевой нагрузки скорость разбуривания возрастает. Это можно объяснить увеличением внедрения резца в материал и ростом проходки за оборот. Частота вращения свое максимальное влияние оказывает, принимая значения близкие к значениям основного уровня. Рост расхода жидкости предположительно повышает интенсивность выноса частичек шлама, что вызывает незначительный прирост скорости разбуривания.

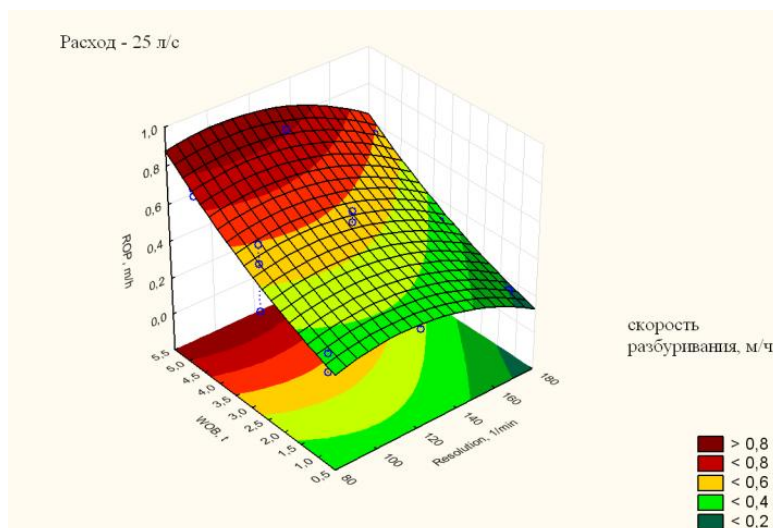


Рисунок 1 – Поверхность отклика уравнения при расходе 25 л/с

В ходе испытаний отмечено, что при приближении параметра оптимизации к оптимальным значениям характер резания алюминия становится плавным, прекращаются вибрации, и процесс резания протекает в наилучших условиях. Также было установлено, что после разбуривания на вооружении долота остаются следы завальцованного алюминия. Наблюдается явление наклепа. По всей видимости, причиной тому служит свойство алюминия подвергаться пластической деформации при воздействии достаточно невысокой осевой нагрузки.

По итогам исследований было установлено, что наибольшее влияние на параметр оптимизации оказывает осевая нагрузка, наименьшее – расход жидкости и парное взаимодействие факторов. Максимальное значение скорости разбуривания алюминия достигается при 116,5 об/мин, нагрузке 2,8 т, расходе 24,3 л/с и равно 0,82 м/ч. Аналогичным способом анализируются и решаются уравнения для других материалов, определяются оптимальные показатели, позволяющие контролировать эффективность процесса в полевых условиях.

Таким образом, с помощью регрессионного анализа дана оценка зависимости скорости разбуривания центрального узла долот обсадной колонны от осевого усилия, частоты вращения и расхода жидкости. Методика позволяет найти оптимальные показатели этих режимов, и установить материалы, наиболее удовлетворяющие требованиям протекания процесса для решения проблемы разбуривания породоразрушающего инструмента обсадной колонны.

Список использованных источников

1. Адлер Ю.П., Маркова Е.В., Грановский Ю.В. Планирование эксперимента при поиске оптимальных условий. - М.: Наука, - 1976.
2. Андреев Н.Л. Технология бурения обсадными трубами интервалов многолетнемерзлых горных пород. Наука и техника в газовой промышленности, 2010, №4, С. 6-11.
3. Козловский Е.А., Питерский В.П., Комаров М.А. Кибернетика в бурении.

- М.: Недра, 1982. – 298 с.
4. Клепиков Н.П., Соколов С.Н. Анализ и планирование экспериментов методом максимума подобия. М.: Наука, 1964.
 5. Федоров В.С. Проектирование режимов бурения. М.: Гостоптехиздат. – 1958. – 220 с.
 6. W. King, C. Leon, M. Reese, T. Rumbos and K. Schader. PDC shearing cap technology protects cutters when drilling out casing bits for increased ROP and bit life in the next hole section. Paper SPE 173086 presented at SPE/IADC Drilling Conference and Exhibition in London, UK, 17-19 March 2015.

УДК 622.276.53

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ВЕСА УТЯЖЕЛЕННОГО НИЗА ШТАНГОВОГО СКВАЖИННОГО НАСОСА

А.Г. Комков (аспирант)

*ФГБОУ ВО «Уфимский государственный нефтяной технический
университет», г. Уфа*

Аннотация. Представлена методика расчета утяжеленного низа штангового скважинного насоса. Установка утяжеленного низа, вес которого обеспечивает устойчивость нижнего участка колонны штанг, позволит повысить как надежность колонны штанг, так и повысит эффективность работы насоса.

Ключевые слова: штанговый насос, высоковязкая нефть, добыча нефти, динамограмма, насосные штанги.

При проектировании установки штангового скважинного насоса для добычи высоковязкой нефти необходимо установить зависимость между гидродинамическим трением штанг о жидкость и весом выносного тяжелого низа. Величина последнего должна обеспечить свободный (без "зависания") ход штанговой колонны вниз. Избыток веса тяжелого низа также будет оказывать негативное влияние на работоспособность установки из-за увеличения максимальной нагрузки при ходе колонны вверх. Необходимо рассчитать технологический режим работы скважины и вес тяжелого низа, при которых величина приведенных напряжений в штангах не превышала бы допустимых значений.

Для хода штанг вниз задача о гидродинамическом трении решена для случая вытеснения жидкости из насосно-компрессорных труб погружающейся колонной штанг. Другими словами, происходит встречное движение штанг и жидкости, что и является причиной "зависания" колонны штанг при ходе вниз. При ходе вверх направления движения штанг и жидкости совпадают. Поэтому сила трения при ходе вверх по величине меньше силы трения в период погружения штанг. Несмотря на это, гидродинамическое трение при движении головки балансира станка-качалки вверх способствует росту амплитуды нагрузок на колонну.

Дополнительное сопротивление, оказываемое движению колонны штанг при ходе вниз в вязкой среде, включает гидродинамическое трение поверхности колонны о жидкость и силу, действующую на нижний торец штанг, вызванную гидродинамическим перепадом давления.

Методика расчета гидродинамического трения колонны штанг в насосной установке с выносным утяжелителем низа отличается от известных решений тем, что при ходе головки балансира вниз жидкость, находящаяся в НКТ перемещается также вниз. Дополнительный положительный эффект в разработанной установке достигается устранением встречного движения штанг и жидкости при ходе вниз. При ходе вверх в движение вовлекаются вся жидкости НКТ с дополнительной скоростью, обеспечиваемой добываемым объемом нефти из скважины. Разработанная насосная установка с выносным тяжелым низом позволяет получить новую закономерность изменения скорости жидкости в НКТ, и данная задача этим отличается от задач предыдущих исследователей.

Вес металлической штанговой колонны будет всегда больше всех сопротивлений ее движению. Таким образом при установке утяжеленного низа, необходимо обеспечить не движение колонны вниз, а ее устойчивость. Поскольку при потере устойчивости, значительно повышаются нагрузки в нижней части колонны штанг. Кроме того, может произойти рассогласование движения точки подвеса штанг и плунжера насоса, что приведет к опасным ударным нагрузкам.

Поскольку длина колонны штанг относительно ее диаметра значительно длиннее, то потеря устойчивости колонны будет происходить при малейших сосредоточенных силах в нижней части колонны штанг (силы трения плунжера о цилиндр, сопротивления в клапанах). Поэтому вес утяжеленного низа должен обеспечивать компенсацию этих сил. Тогда вес утяжеленного низа для рассматриваемого дифференциального насоса можно определить, как:

$$F_{\text{ум}} > (F_{\text{пл}} - \pi(R_{\text{пл}}^2 - R_{\text{шт}}^2)P_{\text{шт}} + (P_{\text{пр}} + P_{\text{кл}}) \cdot R_{\text{пл}}^2) \frac{1}{\gamma}. \quad (1)$$

Установка утяжеленного низа, вес которого обеспечивает устойчивость нижнего участка колонны штанг, позволит повысить как надежность колонны штанг, так и повысит эффективность работы насоса.

Список использованных источников

1. Штанговая насосная установка: пат. 2565947 Рос. Федерация / К.Р. Уразаков, Р.Н. Бахтизин, Т.А. Хакимов - №2009125898/06; заявл. 25.11.2014; опубл. 20.10.2015, Бюл. №29. – 4 с.
2. Бахтизин Р.Н. Утечки жидкости в штанговом насосе с регулярным микрорельефом на поверхности плунжера / Р. Н. Бахтизин, К.Р. Уразаков, Б.М. Латыпов, Б. Х. Ишмухаметов // Нефтегазовое дело: науч.-техн. журн. / УГНТУ. 2016. Т.14, № 4. - С. 33-39.
3. Уразаков К.Р. Методика расчета подъемной силы, действующей на

- цилиндр дифференциального насоса / К. Р. Уразаков, Б. М. Латыпов, А. Г. Комков, И. А. Мухин // Нефтегазовое дело: науч.-техн. журн. / УГНТУ. 2016. - Т.14, № 3. - С. 78-83.
4. Уразаков К.Р. Расчет теоретической динамограммы с учетом осложнений в работе скважинного штангового насоса / К.Р. Уразаков, Р.Н. Бахтизин, С.Ф. Исмагилов, А.С. Топольников // Нефтяное хозяйство: науч.-техн. журн, 2014. - № 1. - С. 90-93.

УДК 37

К ВОПРОСУ ОБ УСИЛЕНИИ РОЛИ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ ПО МАТЕМАТИКЕ ОБУЧАЮЩЕГОСЯ В ВУЗЕ

*Н.А. Костенко (к.п.н., доцент), Л.Ю. Мельник (к.ф.-м.н., доцент)
ФГОУ ВО Башкирский государственный аграрный университет, г. Уфа*

Аннотация. Целью исследования являлась разработка методов организации самостоятельной работы обучающихся на аудиторных занятиях по математическим дисциплинам, позволяющая в определенной мере нивелировать наблюдающееся в настоящее время противоречие между растущими требованиями к формированию математических компетенций. Это противоречие возникло в связи с переходом на Госстандарт все более новых поколений, неуклонно сокращающие долю аудиторных занятий в общем количестве часов, предусмотренных на изучение математики.

Устранение этого противоречия возможно только при интенсификации самостоятельной деятельности студентов как во время аудиторных занятий, так и вне их. Возникает вопрос о разработке новых методов организации этого вида деятельности, а также об актуализации уже известных, применяемых в широкой преподавательской практике приемов и способов.

В статье обосновывается возросшая роль самостоятельной работы при изучении математики, рассматриваются некоторые опробованные методы активизации самостоятельной работы на аудиторных занятиях. В качестве примера рассмотрены самостоятельные работы трех уровней сложности, такие методы организации практического занятия как работа в малых группах, работа в парах.

Ключевые слова: самостоятельная работа, аудиторная самостоятельная работа, вузовское образование, математические дисциплины, активные методы обучения, работа в малых группах, уровень сформированности математических компетенций.

В современных условиях в практике вузовского образования неуклонно год от года растет доля часов, отводимых на самостоятельную работу обучающегося в общем количестве часов, приходящихся на изучение той или иной дисциплины. В этих условиях в процессе преподавания математических дисциплин в вузах (особенно в условиях резкого уменьшения количества аудиторных занятий, отводимых на изучение этих курсов), усиливается роль

самостоятельной работы обучающегося как ведущего вида его познавательной деятельности. Отметим, что государственные образовательные стандарты требуют расширения количества и углубления содержания изучаемых в высших учебных заведениях разделов математики, для отдельных направлений требуется введение новых разделов. С другой стороны, ежегодно ухудшается школьная базовая математическая подготовка студентов, их готовность адаптироваться к условиям обучения в вузе. Разрешить эти противоречия и помогает грамотно организованная самостоятельная работа обучающихся.

Под самостоятельной работой при изучении дисциплины понимается вид деятельности обучающегося, проходящей под руководством и контролем преподавателя, но без его контактного участия.

Этот вид работы студента в вузовском учебном процессе может быть разделен на аудиторную и внеаудиторную самостоятельную работу. На занятиях по заданию преподавателя и под его непосредственным руководством ведется аудиторная самостоятельная работа. Студента требуется научить правильно готовиться к лекциям и практическим занятиям, (изучать теоретический материал и решать математические и прикладные задачи), использовать методическую, учебную и справочную литературу (в том числе и столь актуальные в настоящее время электронные ресурсы).

В этом сообщении более подробно остановимся на организации аудиторной самостоятельной работы обучающихся, так как математические дисциплины ведутся на начальных курсах обучения в вузе, когда навык самостоятельной работы у студентов или еще не сформирован совсем, или находится в стадии начала формирования. Возникает достаточно сложная для преподавателя задача: научить студента работать самостоятельно. Как гласит японская мудрость: «Хочешь накормить человека – дай ему рыбу, хочешь накормить человека на всю жизнь – дай ему удочку и научи рыбачить».

Лекция по математическому курсу должна естественным образом вместе с изложением теоретического материала лектором включать в себя и элементы самостоятельной деятельности студентов. Эти моменты легче всего реализовать при применении проблемного построения лекционного занятия. При таком подходе к построению лекционного курса появляется возможность большую часть аудитории подключить к осмыслению проблемы, ее формулировке.

Большие возможности для формирования умения работать самостоятельно возникают при проведении практических занятий по математическим дисциплинам. Эти виды работы студента более регламентированы, методические приемы достаточно широко известны. Однако, в последнее время появился целый ряд технологий, позволяющих еще более актуализировать самостоятельную работу на аудиторных занятиях. Это познавательные, деловые игры, новые информационные технологии, проблемное обучение, и многое др.

Нами выделены три уровня сформированности математических компетенций – удовлетворительный, хороший, отличный. Задачи для самостоятельной работы также разделены на три уровня, соответствующие уровням сформированности математических компетенций.

При составлении самостоятельной работы учитываются некоторые параметры:

1 уровень (удовлетворительный): в задания данного уровня включаются задачи, для решения которых необходимо использовать известные, отработанные на аудиторных занятиях приемы и методы, не требующие каких-либо новых алгоритмов и нестандартных способов.

2 уровень (хороший): к этому уровню отнесем задачи, не являющиеся типовыми, однако, схожими с таковыми в значительной степени. Эти задачи могут отличаться от стандартных лишь немногим.

3 уровень (отличный): студентам, претендующим на этот уровень оценки знаний, предлагаются для решения задачи, требующие творческого подхода в выборе методов их решения, а также привлечение разнообразного математического аппарата и знаний из других математических разделов. При решении таких задач нередко требуется создание нового алгоритма действий.

Обучающиеся самостоятельно определяют уровень работы, которую они будут выполнять. После решения задач первого уровня студенты могут приступить к заданиям более высоких уровней.

Деление заданий для самостоятельной работы на различные уровни позволяет оценить степень сформированности математических компетенций.

Отметим еще один метод активизации познавательной деятельности обучающихся при организации аудиторной самостоятельной работы. Это известный метод «работа в парах» и «работа в малых группах».

Работа, организованная таким образом, позволяет в значительной степени повысить активность студентов на занятиях. Методы позволяют каждому обучающемуся проявить свои имеющиеся навыки математической речи, умение доказывать, оценивать, исправлять свои ошибки и помогать партнеру устранить пробелы по рассматриваемому вопросу.

Это лишь некоторые приемы, позволяющие актуализировать самостоятельную деятельность обучающихся при изучении математических курсов, выработать у них навык самостоятельной работы.

Список использованных источников

1. Подошва Н.В. Интенсификация самостоятельной работы студентов вузов при изучении математики // Вестник Северного (Арктического) федерального университета. Серия: Гуманитарные и социальные науки. № 5. – Архангельск, 2010. С. 155-160.
2. Костенко Н.А., Сайтова Р.З., Чередникова Л.Ю. Выбор метода обучения с андрагогических позиции Аграрная наука в инновационном развитии АПК: материалы научно-практической конференции в рамках XXV международной специализированной выставки «Агрокомплекс-20015». Часть II – Уфа: ФГОУ ВО БГАУ, 2015. С. 285-291.

3. Костенко Н.А., Мельник Л.Ю. К проблеме формирования математической компетенции у будущих инженеров. Педагогический опыт: теория, методика, практика: материалы VIII Международной научно–практической конференции]. — Чебоксары: ЦНС «Интерактив плюс», 2016. — № 3 (8). — С.116-120.
4. Мударисов С.Г., Бадретдинов И.Д. Программный комплекс FLOWVISION в учебном процессе кафедры сельхозмашин МАШИН В сборнике: Современное вузовское образование: теория, методология, практика Материалы Международной учебно-методической конференции. Министерство сельского хозяйства РФ, – Уфа: ФГОУ ВО БГАУ, 2013. С. 198-199.

УДК 37

РАБОТА С МАТЕМАТИЧЕСКИ ОДАРЕННЫМИ ШКОЛЬНИКАМИ В ОмГУ

И.А. Латыпов

*ФГБОУ ВО «Омский государственный университет им. Ф.М.
Достоевского», г. Омск*

Аннотация. В статье описывается работа с математически одаренными школьниками в Омском государственном университете имени Ф.М. Достоевского. Автор делится опытом организации кружковой работы со школьниками и опытом проведения олимпиад и конкурсов по математике в ОмГУ.

На сегодняшний день в Омском государственном университете имени Ф.М. Достоевского ведется работа с математически одаренными школьниками по следующим основным направлениям: кружковая работа, олимпиады и конкурсы, выездные школы.

Кружковая работа по математике.

Сегодня в кружках по математике в ОмГУ занимается более 200 детей. Также под руководством преподавателей ОмГУ идет работа кружков по математике в образовательном центре «Перспектива». Занятия ведутся со школьниками 1-11 классов. Со школьниками младших классов – занятия по развивающей математике, начиная с пятого класса, – нестандартная, профильная и олимпиадная математика. У старшеклассников также ведутся занятия по подготовке к ЕГЭ и ОГЭ.

Занятия со школьниками младших классов ведутся, начиная с 2013 года. Основные цели: формирование основ логической и алгоритмической культуры, стимулирование интереса к учёбе, создание и удовлетворение потребности в интеллектуальной среде. Методические особенности занятий с детьми такого возраста: в занятиях математикой очень важное место занимают игровые формы, на занятиях наряду с изучением математики происходит развитие других способностей и навыков.

Занятия со школьниками 5-7 классов ведутся уже много лет. В учебные группы записываются все желающие, но программа ориентирована на школьников, успешно осваивающих базовую школьную программу. Учебные группы по возможности формируются с учётом уровня подготовки и интеллектуальных особенностей школьников. Основные цели: подготовка к математическим олимпиадам разных уровней, создание базы для успешного освоения школьной программы по математике в старших классах, формирование потребности в углублённом изучении математики, развитие умения выстраивать чёткую, логически безупречную аргументацию в устной и письменной речи.

По олимпиадной математике в каждой возрастной параллели по данной программе занимается не более одной группы. По некоторым параллелям подготовка ведется в ОмГУ, а по некоторым – в ОЦ Перспектива. Необходимым условием успешного обучения являются свободное владение основными разделами программ, по которым ведётся изучение математики в классах физико-математического профиля, и положительный опыт участия в математических олимпиадах. Основные цели: подготовка к математическим олимпиадам регионального и Всероссийского уровня, подготовка к успешному обучению в вузе по специальностям с высокой востребованностью математики.

В группы профильной математики для старшеклассников набираются все школьники данного возраста, успешно осваивающие базовую школьную программу. Основные цели: подготовка к математическим олимпиадам муниципального и близкого уровня, освоение ключевых разделов программ, по которым ведётся изучение математики в классах физико-математического профиля, подготовка к ЕГЭ и ОГЭ.

Отметим, что в большинстве групп вместе с основным преподавателем работают ассистенты – студенты ОмГУ.

В нескольких ведущих школах города преподаватели и студенты ведут факультативные занятия по математике.

Олимпиады и конкурсы школьников по математике.

На протяжении многих лет ОмГУ обеспечивает методическое сопровождение школьного и муниципального этапов Всероссийской олимпиады школьников по математике, руководит этой работой доцент кафедры алгебры и математического анализа ОмГУ А.С. Штерн. Школьный этап проводится в Омской области для учеников 4-11 классов. Задания готовит комиссия, состоящая из учителей математики ведущих школ города и доцентов ОмГУ.

Муниципальный этап Всероссийской олимпиады школьников по математике проводится в Омской области для учеников 6-11 классов. Комплект заданий обычно состоит из 6 задач. Три задачи – школьные разного уровня сложности, простая, средняя и сложная. Еще три задачи – нестандартные, две из них не требуют специальной олимпиадной подготовки. При этом среди нестандартных задач обязательно есть задачи на конструкцию. Последняя задача – олимпиадная, направленная на выявление

потенциальных призеров олимпиад высокого уровня. Комплект подобран так, что отличник из обычной школы города в состоянии стать призером олимпиады. Для этого ему достаточно решить 2-3 школьные задачи и одну-две нестандартные задачи.

До 2007 года муниципальная олимпиада по математике в городе Омске проводилась в два этапа, а с 2007-2008 года – в один. С 2007-2008 учебного года ОмГУ проводит Математическую олимпиаду школьников имени профессора Г.П. Кукина. Фактически эта олимпиада заменила второй этап муниципальной олимпиады. Для школьников 7-11 классов олимпиада проводится в письменной форме, комплект состоит из 6 задач; олимпиада направлена на выявление потенциальных призеров олимпиад высокого уровня. Для школьников 5-6 классов – устная олимпиада, олимпиада направлена на популяризацию математики, по ее итогам идет активный набор школьников в кружки. Олимпиада для детей 5-6 класса традиционно проводится во время студенческих каникул, и основную работу выполняют как раз студенты. В качестве достижений олимпиады отметим, что олимпиада для 8 класса является одним из отборочных этапов Олимпиады имени Эйлера, а в 2011-2012 учебном году олимпиада имени Г.П. Кукина входила в Перечень олимпиад. Материалы нашей олимпиады издаются в МЦНМО.

ОмГУ организует и другие олимпиады школьников по математике. Отметим, в первую очередь, олимпиаду «Путь к олимпу». Она организуется совместно с ОЦ «Перспектива» для учеников 4-5 классов и служит аналогом муниципального этапа Всероссийской олимпиады. Олимпиада направлена на привлечение школьников к занятиям математикой.

Второй год совместно с Институтом современных образовательных технологий и измерений ИСОТИ проводится Всероссийская интернет-олимпиада «Мультиматика». Преподаватели кафедры методики преподавания математики ОмГУ готовят задания, техническую сторону обеспечивает ИСОТИ. Олимпиада проводится для учеников 3-6 классов, и, в отличие от других олимпиад, она командная.

ОмГУ является региональной площадкой для нескольких олимпиад из Перечня олимпиад: Всесибирской олимпиады школьников, олимпиады «Высшая проба», олимпиады по криптографии и математике.

Силами преподавателей ОмГУ ведется методическая и организационная поддержка исследовательской работы школьников по математике. Областное научное общество учащихся НОУ Поиск много лет возглавляет Р.Ю. Симанчев, заведующий кафедрой программного обеспечения и защиты информации ОмГУ. НОУ Поиск ежегодно организует конференцию школьников.

Выездные школы

Выездные школы по математике организуются силами преподавателей ОмГУ через НОУ Поиск, ОЦ Перспектива и Школу менеджмента и информационных технологий. В этих школах разная направленность обучения: НОУ Поиск ориентируется на исследовательскую работу, ОЦ Перспектива – на олимпиады, Школа менеджмента и информационных

технологий – на информатику и программирование. Больше тысячи детей в год обучаются математике в этих школах. Школы проходят при активном участии студентов ОмГУ.

УДК 372.851

РОЛЬ ПРЕПОДАВАТЕЛЯ И ОБУЧАЮЩЕГОСЯ В ПРОЦЕССЕ ОБУЧЕНИЯ МАТЕМАТИКЕ

Р.З. Саитова (доцент)

*ФГБОУ ВО «Башкирский государственный аграрный университет»,
Уфа, Россия*

Аннотация: Диалектика учебно-воспитательного процесса обучения математики состоит в том, что обучающийся постепенно становится субъектом своего обучения и воспитания. Чтобы преподаватель мог воспитать такого объекта для своей работы, нужно, конечно, знать особенности студента, знать, как он развивается, что характерно для него в этот период. И нужно, видеть идеал, к которому необходимо стремиться.

Ключевые слова: преподаватель, обучающийся, процесс обучения, математика, потребность, знание, познавательная деятельность.

Во время обучения математике в действительности принимают участие с одной стороны преподаватель, с другой - обучающийся. В данном процессе являются достаточно ясными: преподаватель направляет, организует и руководит всем процессом обучения математике, а студент обязан учиться, выполнять все требования преподавателя.

Обучение, в частности обучение математике, довольно-таки сложный процесс управления, исполняемый преподавателем с применением ряда дополнительных средств (учебников, наглядных пособий, технических средств обучения, методических указаний, курсы лекций, электронные варианты учебников и других средств).

Обучающийся принимает и обрабатывает информацию, полученную им от преподавателя, из учебника и других источников, и по указанию педагога передает ему ответ о качестве освоения тренировочного использованного материала и формировании мыслительной работы в форме ответов на вопросы, решений упражнений и задач.

Естественно для большинства преподавателей остается только мечтать о таком ходе преподавания математике. Как легко было бы работать преподавателю, если бы эта картина соответствовала действительности.

Настоящая картина чаще всего выглядит иначе: преподаватель разъясняет, демонстрирует и выдает задания, а обучающийся их не осуществляет, и вся слаженная картина рушится, поскольку преподаватель не способен принудить осуществлять свои собственные задачи. Или: преподаватель объясняет, а студент не отвечает; преподаватель объясняет, а

студент не воспринимает это объяснение. Или преподаватель предлагает решить задачу, а студент не решает.

Деятельность преподавателя математики имеет смысл лишь в той степени, в какой желает, ждет, хочет этой работы, этих объяснений, этих заданий. А с целью данного необходимо вызвать у учащегося данные стремления, развить у него необходимости в познаниях, в познавательной работе.

Главная роль преподавателя математики в нынешних условиях – это воспитание индивидуума, развитие их потребностно - мотивационной сферы, развитие их возможностей, моральных эталонов и взглядов. Оптимальная подготовка само воспитывает студента, воспитание организацией процесса обучения, формированием особенного дружественного атмосферного климата в команде, обучения индивидуальным образом, собственной персоной, развитие в коллективе, и посредством через коллектив команды.

Сегодняшний обучающийся это растущий, формирующийся и самобытный человек. Еще в юном возрасте у детей моментально формируются такие важные для всей дальнейшей учебы и жизни психические движения, как рефлексия (способность справедливо исследовать собственные воздействия и действия с места зрения их соотношения цели и требование работы), внутренний план действий (способность составлять план и реализовывать в разуме, про себя, различные воздействия в согласовании с установленной задачей). У детей этого возраста моментально развиваются познавательные возможности и умения исследования произвольного внимания, памяти, воображения.

Все эти развития не приходят автоматически. У студентов все эти навыки и качества развить существенно сложнее, а в некоторых случаях попросту нереально.

Во многих психологических исследованиях было установлено, что предпосылкой низкой успеваемости у студентов, предпосылкой их отставания в учебе является слабое развитие тех или иных психических процессов. Одной из факторов отставания студентов по математике, является малое развитие способности к обобщению. Это проявляется в неумении сознательно организовывать процесс обобщения на основе сопоставления, акцентировать свойства схожести и отличия в сопоставляемых предметах, подбирать из них наиболее значимые свойства.

Список используемых источников

1. Фридман Л.М. Психолого – педагогические основы обучения математике в школе / Л.М. Фридман. - Изд. «Просвещение» 1983 г., С. 59-65.
2. Столяр А.А. Педагогика математики/ А.А.Столяр. – Минск, 1986 г. - 414с.
3. Занина Л.В., Меньшикова Н.П. Основы педагогического мастерства/ Ростов н/Д: Феникс, 2003. – 288 с.
4. Медведева О. Психолого-педагогические основы обучения математике. Теория, методика, практика / Москва: Бином Лаборатория знаний, 2014 г., 204 с.

ОРГАНИЗАЦИЯ РАБОТ ПРИ КАПИТАЛЬНОМ РЕМОНТЕ СКВАЖИН

И.Б. Симбаев (ММП21з-16-01), Ф.З. Булюкова (к.т.н., доцент),

Г.Ф. Бурханова (ст.преподаватель)

Аннотация. Приведены основные причины для проведения ремонта скважины. Описаны подготовительные работы, приведена последовательность выполнения работ при капитальном ремонте скважин.

Ключевые слова: скважина, капитальный ремонт, оборудование, наземное оборудование, бригада, план-заказ

Капитальный ремонт — самая большая ремонтная операция, которая иногда нужна для поддержания максимального уровня добычи нефти. Капитальным ремонтом скважин называется комплекс работ, связанных с восстановлением работоспособности обсадных колонн, цементного кольца, призабойной зоны, ликвидацией сложных аварий, спуском и подъемом оборудования при раздельной эксплуатации и закачке.

Капитальный подземный ремонт скважины объединяет все виды работ (рисунок 1), требующие длительного времени, больших физических усилий, привлечения многочисленной разнофункциональной техники [5]. Это — работы, связанные с ликвидацией сложных аварий, как со спущенным в скважину оборудованием, так и с самой скважиной, работы по переводу скважины с одного объекта эксплуатации на другой, работы по ограничению или ликвидации водопотока, увеличению толщины эксплуатируемого материала, воздействию на пласт, зарезка нового ствола и другие [2].

Скважина, вышедшая в капитальный ремонт, остается в эксплуатационном фонде, но исключается из действующего фонда [6].

Основанием для производства ремонта скважин являются результаты гидродинамических и промыслово-геофизических исследований, проводимых эксплуатирующими подразделениями и выявившие следующие факторы [1]:

- технически неисправное состояние скважины (обрыв НКТ, неуправляемость скважинного оборудования, наличие межколонных давлений и т.п.);

- несоответствие конструкции скважины и скважинного оборудования изменившимся условиям эксплуатации месторождения;

- снижение дебита скважины в результате проникновения подошвенных вод, образования пробок в НКТ и на забое скважины (грязевых, песчаных, АСПО и др.).

- прочие условия, вызванные техническими, геологическими и другими причинами (перевод на другой эксплуатационный объект, вывод из консервации и т.д.).

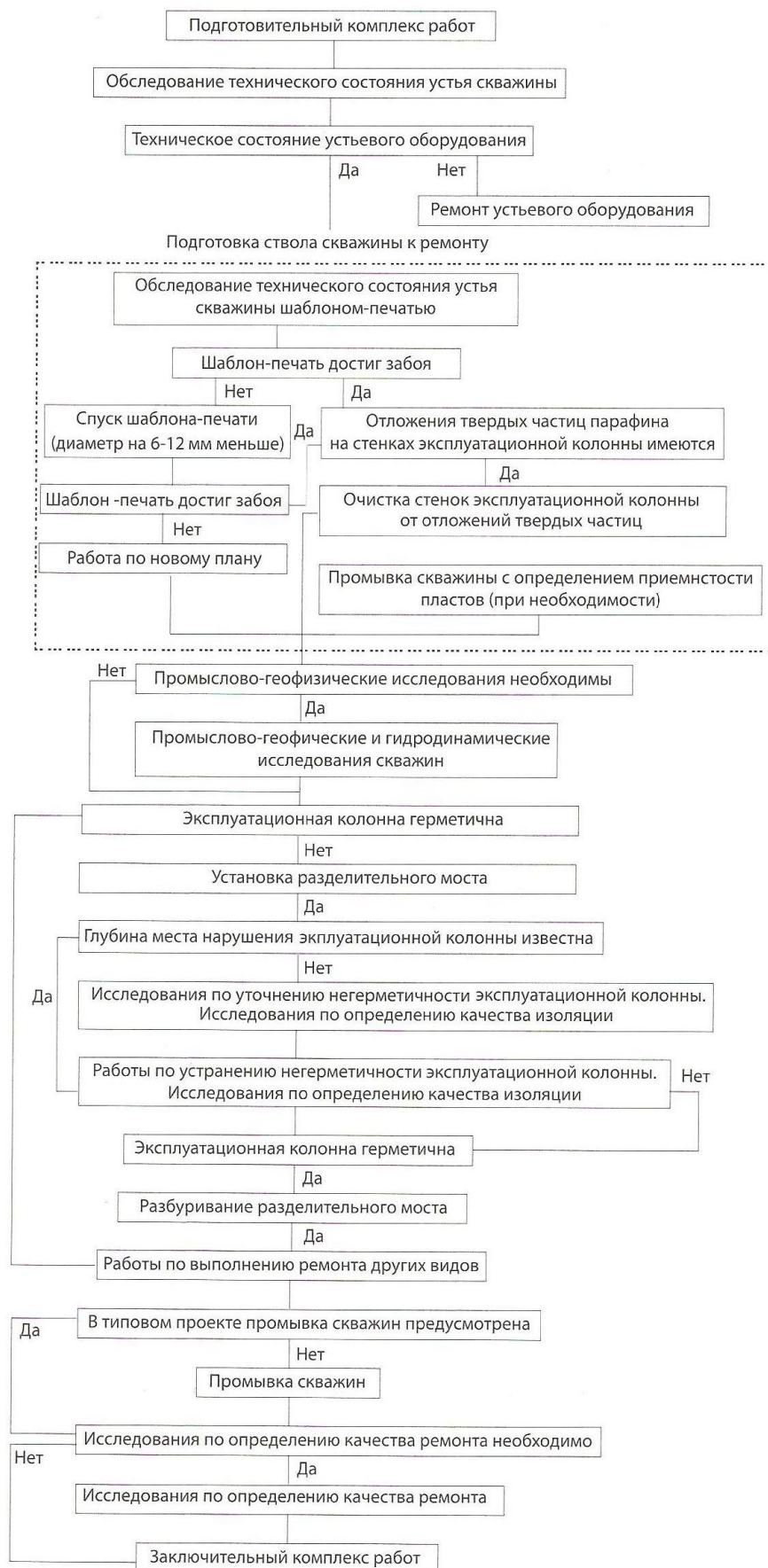


Рисунок 1 – Последовательность выполнения работ при капитальном ремонте скважин

- характеристика исходного состояния скважины отражается в наряд-заказе и содержит следующие показатели:

- общие сведения (назначение скважины, глубина пробуренного забоя, глубина искусственного забоя, отбитый забой, дата ввода в эксплуатацию, объем проведенных СКО, рабочий интервал, глубина кровли продуктивного горизонта, кривизна ствола скважины);

- конструкция скважины (диаметры и глубины спуска обсадных колонн, типоразмеры спущенных в скважину насосно-компрессорных труб и подземного оборудования);

- наземное оборудование (фонтанная арматура, колонная головка);

- состояние скважины (текущие давления: пластовое, рабочее трубное, статическое; последний дебит скважины, уровень пластовой жидкости, наличие межколонных давлений и т.д.);

- промыслово-геофизические исследования в скважинах и обследование скважин с использованием канатной техники проводятся геофизическими партиями и бригадами по подземному ремонту скважин для уточнения характеристик исходного состояния скважин до передачи в ремонт. Работы проводятся по заявкам и наряд-заказам организаций (предприятий) эксплуатирующих скважины [3].

Капитальный ремонт скважин производится в соответствии с планом-заказом и в указанной последовательности (рисунок 1). Капитальный ремонт скважин предполагает обследование и исследование скважин.

Обследование скважины - это работы по определению глубины забоя, проверке состояния эксплуатационной колонны, местонахождению и состоянию аварийного подземного оборудования и др. [4].

Перечисленные ремонтные работы, а также и ряд других выполняются бригадами подземного ремонта скважин, организуемыми в нефтедобывающем предприятии. Бригады подземного ремонта работают круглосуточно (три смены) либо в две смены и даже в одну. В состав одной вахты входят обычно три человека: оператор с помощником, работающие у устья скважины, и машинист, управляющий подъемной лебедкой.

К капитальному ремонту скважин относятся ремонтные работы, для выполнения которых приходится привлекать более сложную технику, вплоть до использования бурильных установок.

Капитальный ремонт выполняется бригадами специализированной службы, организуемой при объединениях (иногда и при НГДУ) и располагающей мощными и разнообразными техническими средствами, и соответствующими специалистами (мастера по ловильным работам, по изоляционным работам, по ГРП или по кислотным обработкам и т. п.).

Список использованных источников

1. Аветисов А.Г., Кошелев А.Н., Крылов В.И. Ремонтно-изоляционные работы при бурении нефтяных и газовых скважин. - М.:Недра,1981.-200 с.
2. Балаба В.И. Реконструкция или капитальный ремонт скважин // Нефтяное хозяйство. - 2010. -№ 2. - С. 17–21.

3. Лаврушко П.Н. Подземный ремонт скважин. – М.: Недра, 1961. – 412с.
4. Современные методы насосной добычи нефти: монография / Г.Г. Гилаев, Р.Н. Бахтизин, К.Р. Уразаков. – Уфа: Изд-во «Восточная печать», 2016. – 320-364с.
5. Сохранение коллекторских свойств нефтяных пластов при глушении скважин за счет применения реагентов комплексного действия «Аксис» / Кириллин В.И., Матвеев Ю.Г., Ямалиев В.У., Ашигян Д.Г., Григорьев С.Ю., Булюкова Ф.З. - Нефтегазовое дело. Научно-технический журнал. – Уфа: «Нефтегазовое дело», 2008, том 6, № 1. - С.67-71
6. Насосные установки для малодебитных скважин/ Уразаков К.Р., Жулаев В.П., Булюкова Ф.З., Молчанова В.А. - Учебное пособие. Уфа: РИЦ УГНТУ, 2014. – 236с.

УДК 519.2

СТРАТЕГИЯ ВЫИГРЫША

*В.В. Шабанова (ББП-16-01), М.А. Захарова (ст. преподаватель)
ФГБОУ ВО «Уфимский государственный нефтяной технический
университет», г. Уфа,*

Аннотация. Любое событие в жизни человека и общества может быть подвластно случаю. Теория вероятности помогает максимально исключить случайности и составить выигрышные стратегии при подходе к различным жизненным ситуациям. Данная статья посвящена использованию методов теории вероятностей при решении задач, которые могут возникнуть в повседневной жизни современного человека. Рассматриваются ситуации, участнику которых нужно выбрать более благоприятную позицию и правильно определить последовательность действий, которая приведет к победе с большей вероятностью. Выявлены способы, благоприятствующие положительным исходам рассмотренных задач. На основе проанализированных примеров делается вывод: шансы человека на максимальную реализацию своих целей при решении некоторых бытовых задач в условиях неопределенности увеличиваются с использованием законов теории вероятности.

Ключевые слова: вероятность, игрок, случайное событие, выигрышная стратегия, выбор, шанс.

Ежедневно каждый из нас становится участником различных ситуаций. Мы принимаем большое количество решений, которые впоследствии оказывают огромное влияние на нашу жизнь. Часто мы делаем некий выбор интуитивно или же в порыве чувств и эмоций, не задумываясь о последствиях, и порой жалеем о произошедшем. Однако многие исходы можно предотвратить. Мы думаем, что с нами произошла случайность, но в действительности эта случайность уже была предопределена. Еще

древнекитайский философ Чжуан-Цзы говорил: «Случайности не случайны», остается только добавить – они закономерны.

Для того чтобы принятые нами решения оказались благоприятными, необходимо воспользоваться теорией вероятности, одним из разделов высшей математики. В настоящее время методы теории вероятности применяются в физике, биологии, медицине, астрономии, экономике и во многих других областях науки [4; 5]. Стоит отметить, что применение данной теории связано с некоторым количеством условий и ограничений: с ее помощью можно предугадывать закономерности лишь однотипных случайных явлений.

Теория вероятности помогает нам максимально исключить случайности и составить выигрышные стратегии при подходе к различным жизненным ситуациям.

Пример 1. Хмурый ранним утром в семье, состоящей из мамы, папы, детей и собаки, встал вопрос: «Кто пойдет выгуливать собаку?». Члены семьи договорились, что любитель пройтись поутру будет определяться из нескольких человек при помощи «считалки». Участники игры считают до числа, которое оказалось суммой положительных чисел «выброшенных» пальцев одной руки каждого. Игрок, на котором остановился счет, выходит, а оставшиеся продолжают «считаться», пока не останется один из участников, который и будет гулять с собакой. Данный выбор является случайным и зависит от того, сколько пальцев «выбросил» каждый игрок.

Для определения справедливости установим зависимость (или независимость) шансов игроков на роль «добровольца».

Заметим, что первый, с кого начинается счет, не идет гулять с собакой, если сумма «выброшенных» пальцев окажется нечетной, а второй – если четной. Перечислим все возможные способы набрать четную и нечетную сумму очков:

Таблица 1

Четные суммы (идет 1-й)		Нечетные суммы (идет 2-й)	
Способы	Количество	Способы	Количество
2 = 1+1	1	1) 3= 1+2 2) 3=2+1	2
1) 4 = 1+3 2) 4= 2+2 3) 4= 3+1	3	1) 5=1+4 2) 5=2+3 3) 5=3+2 4) 5=4+1	4
1) 6 = 1+5 2) 6= 2+4 3) 6= 3+3 4) 6=4+2 5) 6=5+1	5	1) 7 = 1+4 2) 7=2+3 3) 7=3+2 4) 7=4+1	4
1) 8=3+5 2) 8=4+4 3) 8=5+3	3	1) 9=4+5 2) 9=5+4	2
10=5+5	1		
Итого:	13		12

От одной выделенной вершины проводятся ребра к вершинам, соответствующим количеству «выброшенных» пальцев для первого игрока, а затем из этих вершин проводятся новые ребра к вершинам, соответствующим количеству «выброшенных» пальцев для второго игрока. В данной задаче нас не интересует количество пальцев, а интересует лишь то, каким оно является – четным или нечетным.



Первокурсник идет на зачет вторым. Тогда первый студент мог взять как известный, так и неизвестный второму билет. Вероятностный граф выглядит следующим образом:

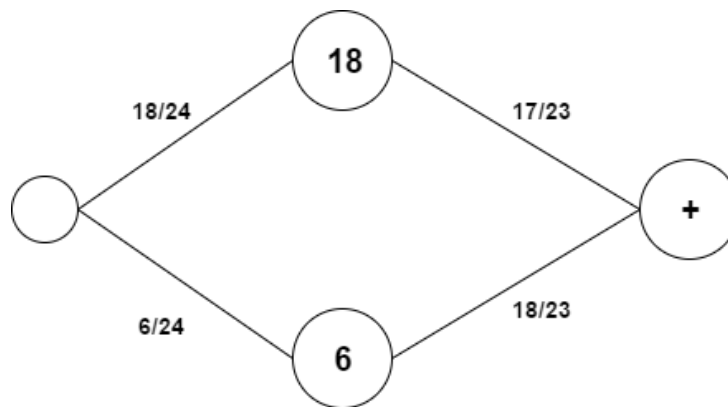


Рисунок 2

Определим вероятность того, что второй студент возьмет хороший билет:

$$P_2 = \frac{18}{24} \cdot \frac{17}{23} + \frac{6}{24} \cdot \frac{18}{23} = \frac{18 \cdot (17+6)}{24 \cdot 23} = \frac{3}{4} \quad (2)$$

Тогда $P_1 = P_2 = \frac{3}{4}$. Следовательно, шансы равны и не зависят от того, каким идти на зачет.

Рассмотренные выше примеры достаточно просты и понятны даже человеку, не имеющему специальной подготовки. Безусловно, существуют более сложные модели реальных явлений и процессов, их трудность объясняется глубиной и многообразием изучаемых вопросов. Однако современный человек может применять основные законы и правила, на которых базируется теория вероятности, и в повседневном быту. В приведенных задачах необходимо выбрать более благоприятную позицию и правильно определить последовательность действий, приводящих к положительным исходам описанных событий. Знание подобных закономерностей, а также умение мыслить наперед помогают при принятии решений в условиях неопределенности.

Список используемых источников

1. Гусак А.А. Теория вероятностей. Справочное пособие к решению задач./ А.А. Гусак, Е.А. Бричикова. – Изд-е 4-е, стереотип.- Мн.: ТетраСистемс, 2003. – 288 с.
2. Горстко А.Б. Познакомьтесь с математическим моделированием. – М.: Знание, 1991. – 160 с. – (Нар. Ун-т. Естественнонаучный фак.)
3. Гмурман В.Е. Руководство к решению задач по теории вероятностей и математической статистике: Учеб. пособие для студентов втузов. – 3-е изд., перераб. и доп. – М.: Высш. школа, 1979. – 400 с., ил.
4. Мурзабаева Э.И. Методы оптимизации при решении транспортных задач/ Мурзабаева Э.И., Шарипова А.В., Захарова М.А.// 66-я научно-техническая конференция студентов, аспирантов и молодых ученых УГНТУ: сборник материалов конференции. – Уфа, 2015. - С. 318-319
5. Захарова М. А. Многогранник ограничений в транспортных задачах оптимизации/Захарова М.А., Аносова Е.П.// НАУЧНЫЕ ПРЕОБРАЗОВАНИЯ В ЭПОХУ ГЛОБАЛИЗАЦИИ: сборник статей

УДК 622.276.53

РАЗРАБОТКА МЕТОДИКИ РАСЧЕТА ОПТИМАЛЬНОГО КОЛИЧЕСТВА ЦЕНТРАТОРОВ НА ОДНУ ШТАНГУ

Е.В. Бернекер (ММП21-15-01)

ФГБОУ ВО «Уфимский государственный нефтяной технический университет», г. Уфа,

Аннотация. В данной работе предлагается методика расчета оптимального количества центраторов на одну штангу для винтового насоса. По методике возможны два случая: тело штанги на некотором участке касается стенок НКТ, тело штанги не касается НКТ, которые учитываются одновременно. В методике количество центраторов определялось через параметр «*lsh*» - расстояние, через которое расположены центраторы.

Ключевые слова: методика расчета, центратор, штанга, винтовой насос, НКТ

Не смотря на значительный прогресс в технике глубинно-насосной эксплуатации, насосные штанги остаются одним из наиболее слабых звеньев в работе УВШН. Одним из методов уменьшения аварийности и увеличения срока службы штанг является установка центраторов. На сегодняшний момент единой методики по подбору центраторов и их мест установки нет. Каждая из методик отличается методом расчета, учетом сил и т.д. Иногда какая-либо методика предназначена только для определенного вида центратора.

Штанговая колонна с точки зрения механики представляет собой систему гибких стержней, расположенную в искривленном канале, опирающуюся на муфты или центраторы. При этом возможны два случая: тело штанги на некотором участке касается стенок НКТ, тело штанги не касается НКТ.

Рассмотрены оба варианта и составлена программа вычисления напряжений в штанговой колонне, автоматически учитывающая, какой из вариантов реализуется в каждый данный момент. Методика была выполнена в математическом программном пакете MathCAD.

На рисунке 1 показана схема формирования изогнутой оси штанги при опирании её на муфту в точке А и касании с НКТ в точке В.

Здесь ρ — радиус кривизны оси скважины (кривизна $\kappa = 1/\rho$), Δ — разность между радиусом муфты и радиусом тела штанги, l - расстояние от муфты до точки касания со стенкой НКТ, y - расстояние между изогнутой осью штанги и касательной в точке соприкосновения штанги с НКТ, N - продольная сила, растягивающая штангу, R - реакция со стороны НКТ в точке касания, M_B — изгибающий момент в точке касания.

Выберем начало координат посередине муфты.

Из теории изгиба стержней дифференциальное уравнение изогнутой оси штанги будет иметь вид:

$$E \cdot I \cdot v'' = M_u \quad (1)$$

где E — модуль упругости материала штанг,

I - осевой момент инерции сечения тела штанги,

v - искомый прогиб штанги как функция координаты z ,

v'' - вторая производная прогиба по координате z ,

M_u - изгибающий момент в произвольном сечении.

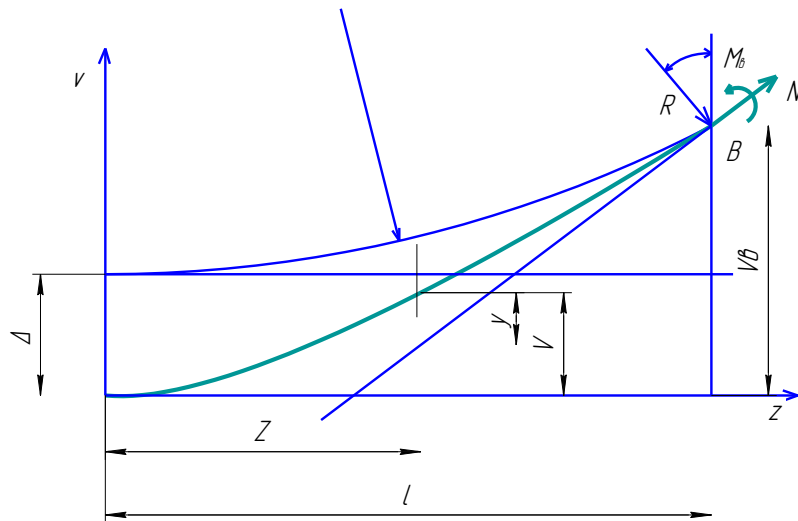


Рисунок 1 - Расчетная схема участка штанги, прилегающей к муфте

При составлении выражения изгибающего момента учтем изгибную деформацию штанги и малость размера l по сравнению с радиусом кривизны скважины:

$$M_H = M_B - R(l - z) + N(v - y) = Elk - R(l - z) + N(v - v_B + l^2k - lkz) \quad (2)$$

После подстановки (2) в (1) получим неоднородное дифференциальное уравнение второго порядка, имеющее классическое решение.

Проведя соответствующие преобразования, получим решение этого уравнения в следующем виде:

$$v = C_1 e^{\sqrt{\frac{N}{EI}} \cdot z} + C_2 e^{-\sqrt{\frac{N}{EI}} \cdot z} + (\Delta + Rl / N - Elk / N - l^2k / 2) + (lk - R / N)z \quad (3)$$

Постоянные C_1 , и C_2 , а также неизвестные реакция R и размер l , определяются из условий: при $z=0$ $v=0$, $v''=0$; при $z=l$ $v=\Delta+l^2k/2$, $v''=l$.

В разработанной методике оптимальное количество центраторов на штангу определялось через параметр «*lsh*» - расстояние, через которое расположены центраторы.

Список использованных источников

1. Ренев Д.Ю. Повышение эффективности эксплуатации СШНУ в наклонно-направленных скважинах за счет уточнения методик расчета и подбора штанговых колонн: диссертация ... кандидата технических наук: 05.02.13 /; Рос.гос. ун-т нефти и газа им. И.М. Губкина – Москва, 2010. - 186 с. ил.
2. Уразаков К.Р., Латыпов Б.М., Исмагилов Р.Р. Методика расчета штанговых колонн для винтовых насосных установок // Электронный научный журнал «Нефтегазовое дело». 2015. №4. С.72-94. URL: http://ogbus.ru/issues/4_2015/ogbus_4_2015_p72-94_UrazakovKR_ru.pdf
3. Уразаков К.Р., Латыпов Б.М., Исмагилов Р.Р. Экспериментальные исследования коэффициента трения элементов штанговой колонны винтовых насосных установок // Электронный научный журнал «Нефтегазовое дело». 2015. - №3. - С.256–270. URL: http://ogbus.ru/issues/3_2015/ogbus_3_2015_p256-270_UrazakovKR_ru.pdf
4. Влияние условий эксплуатации на наработку штанговых винтовых насосных установок /Б.М. Латыпов, А.С. Топольников, А.Г. Комков, Р.Р. Исмагилов//Нефтегазовое дело. -2016. -Т. 14. -№ 2. -С. 55-60.
5. Латыпов Б.М. Установка штангового винтового насоса для добычи нефти в осложненных условиях /Б.М. Латыпов//Нефтегазовое дело. -2012. -Т. 10. -№ 1. -С. 13-15.

УДК 622.245.1

АКУСТИЧЕСКИЙ КОНТРОЛЬ ТЕХНИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ ОБСАДНЫХ КОЛОНН ИЗ СТЕКЛОПЛАСТИКОВЫХ ТРУБ

*К.Д. Булаев (ММП21-15-01), Ф.Ш. Забиров (к.т.н., профессор)
ФГБОУ ВО «Уфимский государственный нефтяной технический
университет», г. Уфа*

Аннотация. Приводятся результаты анализа преимуществ и недостатков стеклопластиковых обсадных труб, применяемых в нефтегазовой отрасли, методов их диагностики. Обосновывается применение акустического метода неразрушающего контроля их сплошности.

Ключевые слова: стеклопластиковые обсадные трубы, диагностирование, акустический метод, эксплуатация, техническое состояние, геофизические исследования.

Металлические обсадные трубы при геофизических исследованиях в обсаженных скважинах создают экранирующий эффект, сильно искажающий получаемые результаты скважинных измерений. Поэтому, в последние годы для проведения геофизических исследований в специальных скважинах все

большее применение находят обсадные трубы на основе композитных материалов, например, стеклопластиков. Одним из недостатков использования стеклопластиковых труб является возможное нарушение их сплошности из-за низкого сопротивления ударным нагрузкам в процессе их транспортировки и монтажа, что в дальнейшем может привести к тяжелым последствиям. Поэтому диагностика композитных, в частности, стеклопластиковых труб, применяемых в нефтегазовой отрасли, является актуальной задачей.

Известные методы и средства неразрушающего контроля и диагностики стальных обсадных колонн (магнитные, акустические, электрические, оптические и др.) не всегда могут быть применены для диагностики стеклопластиковых труб.

Вышеупомянутые методы, как правило, применяются для выявления различных дефектов гладкой и резьбовой части стальных обсадных труб, контроля их напряженно-деформированного состояния, нарушений сплошности и герметичности сечения труб, а также других параметров, влияющих на эксплуатационную надежность обсадных колонн.

Обсадные трубы, изготовленные из композитных материалов, имеют следующие преимущества по сравнению с металлическими:

- не подвержены любым видам коррозии (материал инертен к кислотам, щелочам, солям, сероводород- и кислородсодержащим соединениям);
- большой срок службы (превышает 50 лет даже при использовании для транспортирования агрессивных жидкостей);
- высокая стойкость к отложениям асфальтосмолопарафиновых веществ, твердых осадков и различных солей на внутренней поверхности труб благодаря гладкости стенок и низкой их теплопроводности;
- низкое гидравлическое сопротивление благодаря гладкой внутренней поверхности;
- небольшая масса труб (в три-пять раз меньше массы аналогичного металлического изделия);
- радиопрозрачность, так как стеклопластик относится к неэкранирующим материалам.

При этом стеклопластиковые обсадные трубы имеют ряд недостатков, основными из них являются:

- высокая неоднородность физико-механических свойств материала труб;
- вероятность образования несплошности сечения материала трубы из-за «непроклея» и расслоений, которые могут проявляться при изменении температуры окружающей среды и воздействия ударных нагрузок;
- склонность к хрупкому разрушению при транспортировке и спуске в скважину.

Природа возникновения дефектов в стеклопластиковых трубах обусловлена структурой и свойствами материала труб.

Структура стеклопластиковой трубы, представленной на рисунке 1, состоит из следующих слоев:

1) внутренний слой – лайнер (толщиной 0,8–1,2 мм), обеспечивает герметичность, максимальную устойчивость к химической коррозии, к абразивному истиранию, гладкость внутренней поверхности, исключает отложения на стенках трубы. Лайнер выполнен из специальной смолы;

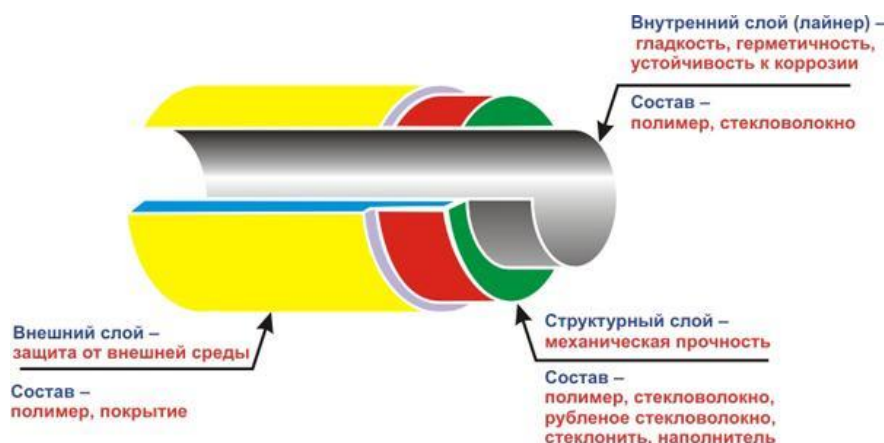


Рисунок 1 – Структура стеклопластиковой трубы

2) структурный (несущий) слой, задающий механические свойства, гарантирует устойчивость всей трубы к внутреннему и/или внешнему давлению, к наружной нагрузке в результате транспортировки и установки, к нагрузке почвы, нагрузке потока, к термическим нагрузкам, и т.д. Структурный слой образуется путём нанесения и намотки на частично отвердевший нижний (лайнер) слой термореактивного полимера (полиэфирной смолы), непрерывной намотки стекловолокна, рубленых стекловолокон, кварцевого песка;

3) наружный слой, имеющий толщину 0,2–0,3 мм или более, служит для защиты трубы от воздействия внешней агрессивной среды.

Основные производственно-технологические дефекты и повреждения, возникающие при эксплуатации изделий из углеродсодержащих композитных материалов, приведены на рисунке 2 [3].

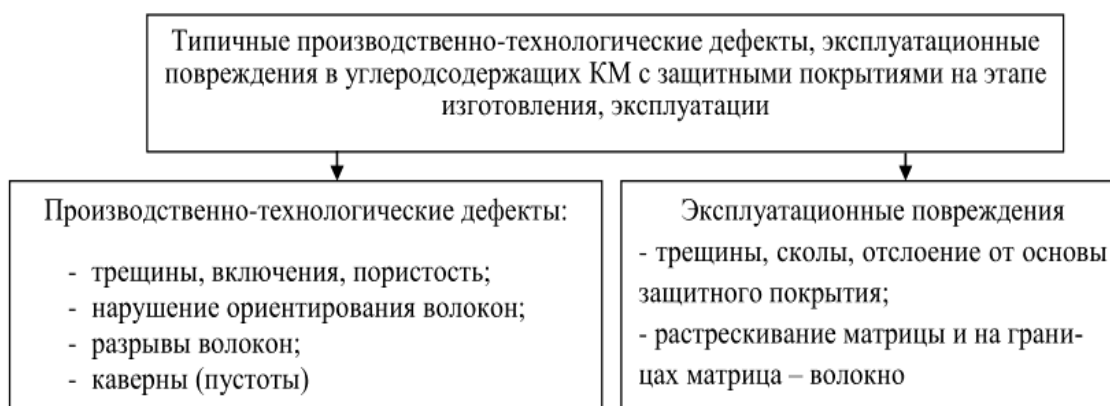


Рисунок 2 - Основные производственно-технологические дефекты и эксплуатационные повреждения изделий из стеклопластика

Так как стеклопластиковые трубы прозрачны для электромагнитных полей, предлагается использовать для их диагностики акустический метод неразрушающего контроля, для осуществления которого имеются соответствующие технические средства.

В настоящее время существуют приборы акустического контроля технического состояния скважин, например, акустический телевизор АВК-42М производства ПАО НПП "ВНИИГИС". На рисунке 3 представлен внутренний разрез скважины обсаженной металлической трубой, полученный с использованием этого прибора.

Акустический телевизор малого диаметра АВК-42М позволяет получать видеоизображение внутренней поверхности стенки скважины в двух параметрах: в амплитудном и временном. Эти два параметра дополняют друг друга, поэтому в программном обеспечении АВК-42М предусмотрено построение изображения как по временному, так и по амплитудному каналу измерения, что позволяет получать изображение внутренней поверхности в трехмерном измерении 3D [4].

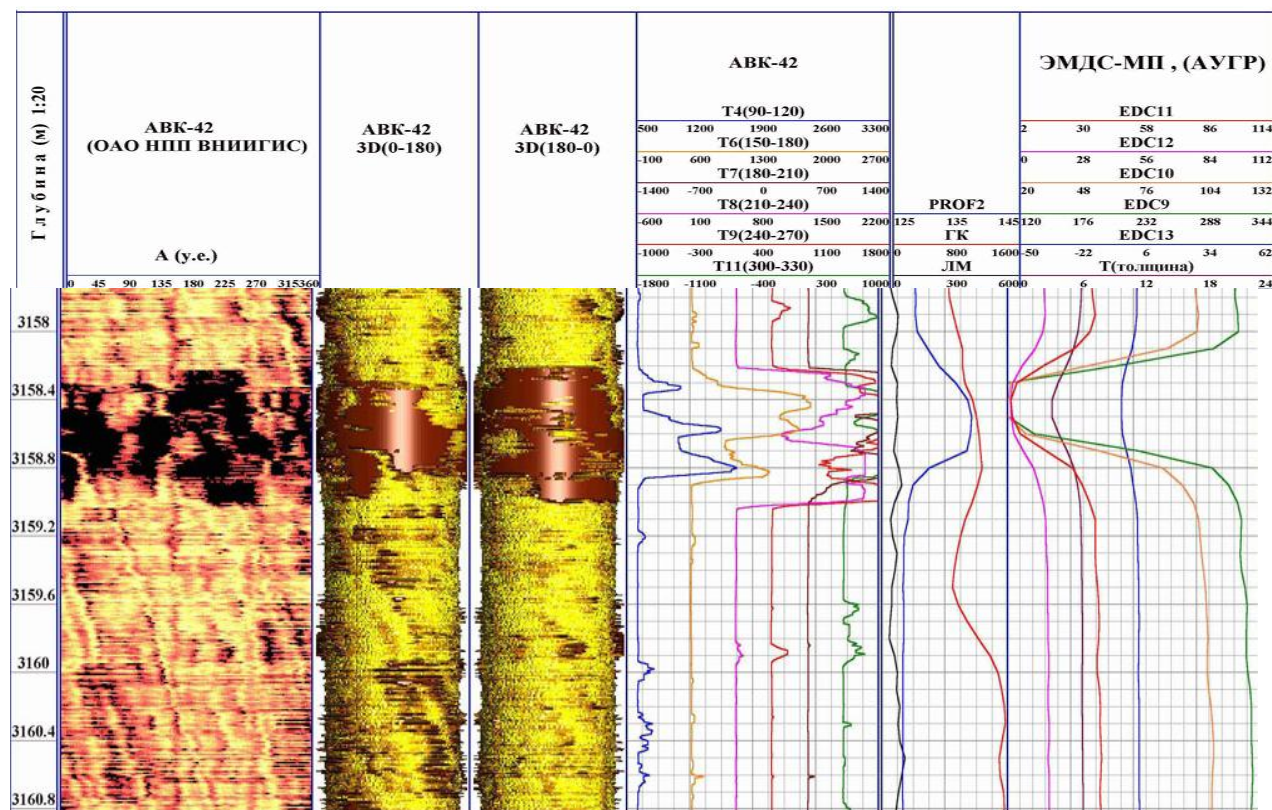


Рисунок 3 – Внутренний разрез скважины, полученный в результате диагностики акустическим телевизором АВК-42М

На представленной на рисунке 3 диаграмме в интервале 3158-3159 метров выявлено нарушение целостности тела обсадной колонны. Анализируя полученную информацию, можно предположить, что произошло нарушение сплошности тела колонны (разрушение). В данном случае наличие информация об обнаруженном дефекте обсадной трубы позволит принять оперативные меры по ликвидации этой неисправности.

Данный вид диагностики состояния обсадной трубы будет еще более информативным, если материалом обсадных труб будет являться любой композитный материал, в частности, стеклопластик.

Таким образом, предлагаемый акустический метод неразрушающего контроля позволит эффективно идентифицировать и оценить дефекты в стеклопластиковых обсадных трубах по их типу, размерам, а также разрабатывать стратегию последующих действий по их устранению.

Список использованных источников

1. Буслаев, В.Ф. Применение композиционных материалов для крепления и эксплуатации скважин [Текст]: монография /В.Ф. Буслаев, И.В. Панцерно, В.А. Аванесов. – Ухта: УГТУ, 2005. – 136 с.
2. ГОСТ Р 53201-2008. Трубы стеклопластиковые и фитинги. Технические условия
3. Копылов А.В. Определение параметров автоматизированного неразрушающего контроля повреждений в изделиях воздушных судов из композиционных материалов на авиапредприятиях/ А.В. Копылов, Б.В. Зубков// Научный вестник Московского государственного технического университета гражданской авиации. -2014.-№204.
4. ООО НПЦ «Фонд ЭКО-Технология» [офиц. сайт]: <http://www.akustika-okt.ru> (дата обращения: 15.01.2017).
5. Забиров, Ф.Ш. Совершенствование бурения наклонных скважин посредством повышения надежности турбобуров: дис. ... канд. техн. наук/Забиров Фердинанд Шайхиевич. -Уфа, 1986.
6. О разработке методов оценки технического состояния и остаточного ресурса нефтегазопромыслового оборудования/Забиров Ф.Ш., Беспалова О.Е.//Обеспечение промышленной безопасности производственных объектов топливно-энергетического комплекса Республики Башкортостан Материалы Второго научно-технического семинара. 1999. С. 229-230.

УДК 622.276.054.23:620.179.1

КОНТРОЛЬ ДЕТАЛЕЙ ЭЛЕКТРОЦЕНТРОБЕЖНОГО НАСОСА ПРИ РЕМОНТЕ

*И.А. Валеев (ММП21-15-01), А.А. Ишмурзин (д.т.н., профессор)
ФГБОУ ВО «Уфимский государственный нефтяной технический
университет», г. Уфа*

Аннотация. В данной статье предложены методы неразрушающего контроля для электроцентробежного насоса при его ремонте, эти методы позволят обнаружить дефекты.

Ключевые слова: условия работы ЭЦН, возникновение дефектов ЭЦН, отказы ЭЦН, диагностика ЭЦН, методы неразрушающего контроля.

Отказы и снижение работоспособности насосного оборудования главным образом связаны с накоплением необратимых повреждений в их деталях, узлах и элементах. Эти повреждения бывают как механического (усталость, изнашивание, растрескивание и накопление пластических деформаций), так и физико-химического происхождения (коррозия, эрозия и адсорбция).

Основные отказы ЭЦН происходят из-за механических примесей, стопорят подшипники из-за того, что они забиваются песком, солью и парафинистыми примесями. Происходит солеотложение на рабочих лопатках, из-за этого происходит абразивный износ и лопатки выходят из строя. Происходит абразивный износ корпуса. Повреждение рабочих колес, как правило, выявляется во время остановки УЭЦН на плановый ремонт, за исключением его аварийных остановок. [1].

В результате проведенных фрактографических исследований изломов колес, изготовленного из стали 25Л, было установлено, что трещины и сколы происходят в результате усталостного разрушения. Следовательно, в процессе эксплуатации рабочее колесо испытывает нагрузки циклического характера. Очевидно, что повреждения рабочих колес приводят к повышенной вибрации ЭЦН и преждевременному выходу из строя подшипников т. е. оказывают влияние на техническое состояние ЭЦН в целом. Кроме того, повреждение рабочих колес приводит к снижению эксплуатационных показателей в работе (подачи, напора и давления), что приводит к ухудшению и осложнению ведения технологического процесса, а также к сопутствующим экономическим затратам. В связи с тем, что внезапный выход из строя ЭЦН вследствие какого-либо дефекта может создать аварийную ситуацию и вызвать дополнительные затраты на ремонт определение эксплуатационной долговечности рабочих колес представляет несомненную актуальность [2].

В приведенной таблице 1 перечислены детали, подвергаемые диагностике и конкретные зоны с указанием методов контроля [3].

Таблица 1- Зоны контроля основных узлов ЭЦН

Деталь	Зона контроля	Методы НК	Обозначения зоны контроля на рисунке
Корпус	Сварные швы	Ультразвуковой метод, визуальный	1а
Вал	В месте соединения	Ультразвуковой метод, феррозондовый, визуальный	2а, 2б
Рабочие колеса	Толщинометрию лопаток	Ультразвуковой метод, фрактографический метод	3а
Подшипник	Корпус подшипника	Визуально-измерительный метод	4а

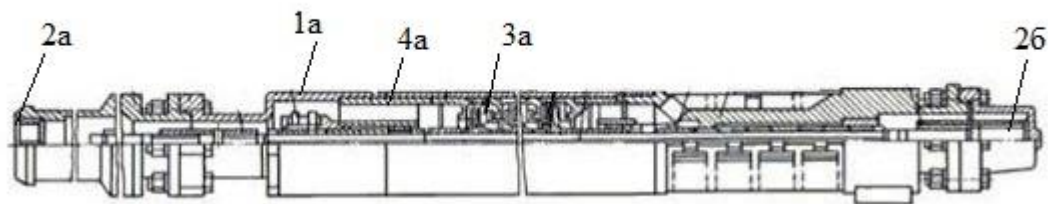


Рисунок 1 - Зоны контроля ЭЦН

Список использованных источников

1. Богданов Е.А. Основы технической диагностики нефтегазового оборудования: Учеб. пособие для вузов / Е.А. Богданов. – М.: Высш. Шк., 2006. – 279с.: ил.
2. Ишмурзин А.А., Матвеев Ю.Г. Машины и оборудования для добычи и подготовки нефти и газа: учебник.- Уфа: Изд-во «Нефтегазовое дело», 2014.- 532 с.
3. Ключев В.В. и др. Неразрушающий контроль и диагностика. Справочник / Под. ред. В.В. Ключева. – М.: Машиностроение, 2003.
4. Ишмурзин А.А. Рациональное использование попутного нефтяного газа. Техника, технологии, проблемы и пути решения: монография/А.А. Ишмурзин, Н.М. Ишмурзина. -Уфа:Монография.- 2010. -280 с.

УДК 621.51

ТЕХНОЛОГИЯ ОТБОРА ГАЗА ИЗ ЗАТРУБНОГО ПРОСТРАНСТВА СКВАЖИНЫ

Р.А. Габидуллин (ММП21-15-01), Р.Ж. Ахияров (д.т.н., доцент)

ФГБОУ ВО «Уфимский государственный нефтяной технический университет», г. Уфа

Аннотация. Технология отбора газа из затрубного пространства скважин позволят снизить ущерб, наносимый окружающей среде и работникам. В области этой технологии существует большой зарубежный опыт. В данный момент, актуальна разработка новейших конструктивных решений для российского производства.

Ключевые слова: подвесной компрессор, насосная установка, плунжер, экология.

Одним из вариантов реализации технологии отбора газа из затрубного пространства являются компрессоры с приводом от балансира станка-качалки или от шкива двигателя [1].

Затрубный газ глубинно-насосных скважин собирали еще в 40...50-ые годы на промыслах Азербайджана с помощью индивидуальных малогабаритных компрессоров с приводом от станка-качалки.

Через некоторое время разрабатывается установка WBC в американской фирме «WBC Manufacturing, Inc», а затем установка BGC фирмой «Permain Production Equipment, Inc». Отметим, что компрессор BGC двухходовой, в отличие от WBC, и позволяет достигать степени сжатия почти 10. [5]

Среди отечественных разработок есть опытные образцы от ОАО «Спецнефтехиммаш» и устройство УОГ-1 от ОАО «Татнефть». Опытные образцы компрессора частично воспроизводят элементы узлов установки BGC. Устройство откачки газа УОГ-1 имеет компенсаторное устройство, позволяющее снижать нагрузку на балансир привода насоса. [5]

Разработкой компрессора на сегодняшний день заинтересована китайская компания Shanxi Wanfang Sekesaide Power Technology Co., Ltd. Ими представлена полезная модель нефтепромыслового компрессора для откачки попутного газа. Особенности установки в том, что с ее помощью возможно осуществлять уравнивание станка-качалки, а также конструкция имеет регулируемый по длине плунжер.

Опыт применения технологии откачки газа из затрубного пространства скважин как в отечественной, так и в мировой практике свидетельствует о том, что выбор скважин для установки на них компрессоров осуществляется, зачастую, «методом проб и ошибок» [3], который не позволяет оценить перспективы внедрения компрессоров на промыслах и спрогнозировать эффективность, или неэффективность, применения компрессора на конкретной скважине [5]. Накопленных теоретических знаний недостаточно для составления универсальной математической модели работы компрессора [4].

В сфере правовых отношений в современной России вариант рассеивания попутного нефтяного газа или его сжигание не всегда экономически выгодно [2]. Поэтому становятся актуальными решения, наносящие наименьший вред окружающей среде и персоналу, финансовым активам предприятия, а также разработка новейших конструктивных решений для российского производства. [6]

Применение компрессора является одним из многих решений, на которое следует обратить внимание.

Список используемых источников

1. Абдулин, Ф.С. Добыча нефти и газа / Ф.С. Абдулин. — М.: Недра, 1983, с. 256.
2. Денисов-Винский, Н.Д. Вторичные энергетические ресурсы как резерв энергосбережения / Энергобезопасность и энергосбережение: Выпуск №2 [Журнал] – М.: МИЭЭ, 2008, с. 23-28.
3. Персиянцев, М.Н. Добыча нефти в осложненных условиях / М.Н. Персиянцев. – М.: ООО «Недра-Бизнесцентр», 2000, с. 653.

4. Пластинин, П.И. Поршневые компрессоры. Том 1. Теория и расчет / П.И. Пластинин. – М.: КолосС, 2006, с. 456.
5. Тронов, В.П. Сепарация газа и сокращение потерь нефти / В.П. Тронов. – Казань: «Фэн», 2002, с. 408.
6. Ахияров Р.Ж., Матвеев Ю.Г., Лаптев А.Б., Бугай Д.Е. Ресурсосберегающие технологии повышения эффективности реагентов нефтедобычи // Электронный научный журнал «Нефтегазовое дело». 2011. №5. URL: <http://ogbus.ru/article/resursosberegayushhie-texnologii-povysheniya-effektivnosti-reagentov-neftedobychi>.
7. Ишмурзин А.А. Нефтегазопромысловое оборудование: учебник. - Уфа: Изд-во УГНТУ, 2008. -565 с.
8. Ишмурзин А.А. Рациональное использование попутного нефтяного газа. Техника, технологии, проблемы и пути решения: монография/А.А. Ишмурзин, Н.М. Ишмурзина. -Уфа:Монография.- 2010. -280 с.

УДК 622.24.051

ИССЛЕДОВАНИЕ ПРИМЕНЕНИЯ КОМПОНОВОК КОЛТЮБИНГОВОГО КОМПЛЕКСА ПРИ БУРЕНИИ БОКОВЫХ СТВОЛОВ

А.Р. Гильманов (ММП21-16-01)

*ФГБОУ ВО «Уфимский государственный нефтяной технический
университет», г. Уфа*

Аннотация. При проведении детального анализа колтюбингового комплекса позволило установить преимущества и недостатки колтюбингового комплекса перед традиционным методом бурения.

Ключевые слова: колтюбингового комплекса, бурение боковых стволов, продуктивный пласт, продуктивный пласт, буровые растворы, освоению, забойного двигателя, бурильной колонны, азимутального направления, ориентатор, долото.

Актуальность данной темы заключается в том, бурение боковых стволов позволяет увеличивать продуктивный пласт в скважину за счет увеличения площади контакта скважина – продуктивный пласт.

А применение колтюбингового комплекса при бурении боковых стволов, дало ряд преимуществ перед традиционным методом бурения:[1]

- увеличение коэффициента отдачи продуктивных пластов;
- отсутствие необходимости остановки процесса бурения для наращивания труб, вследствие чего управляемая депрессия на пласт постоянна на всем протяжении бурения;
- сокращение материальных и финансовых затрат на проведение операций по освоению скважин;
- сокращение расхода материалов на буровые растворы и технологические жидкости;

- рост механической скорости бурения и показателей работы долот за счет снижения гидростатического давления на забой скважины;
- снижение затрат времени и расхода материалов на борьбу с осложнениями и авариями (отсутствие поглощений, отсутствие прихватов, вызванных репрессией и т. д.);
- полная экологическая безопасность вскрываемых коллекторов и окружающей среды;
- снижение общего времени бурения.

Мировой опыт применения колонн гибких труб насчитывает более 35 лет. И, конечно, за это время были выявлены и неоднократно подтверждались на практике недостатки использования этой технологии проведения работ по сравнению с традиционной [2]:

-является неустойчивость процесса ориентирования ввиду непредсказуемого закручивания колонны (из-за сил трения между колонной и стенкой скважины)

- круговое перемещение нижнего конца практически никогда не бывает адекватно повороту колонны, произведенному на поверхности.

-Кроме того, в процессе бурения скважины происходит закручивание бурильной колонны под действием реактивного момента забойного двигателя, что влияет на текущую токсичность установки отклонителя

-компоновки является недостаточная надежность работы и невозможность изменения азимутального направления ствола скважины непосредственно в процессе бурения.

Целью работы является подбор оптимальных параметров компоновки низа бурильной колонны при бурении наклонно-направленных и горизонтальных скважин.

Для решения данной задачи планируется построить математическую модель компоновки низа бурильной колонны с ориентатором для различных диаметров долота. Соответственно с изменением диаметра долота будут изменяться все параметры бурильной колонны, такие как диаметр бурильной колонны, масса, жесткость и т.д. После проведения всех расчетов будут выбраны оптимальные параметры режима работы.

Список использованных источников

1. Зинатуллина Э.Я. Разработка управляемых в процессе бурения скважин колтюбинговых компоновок низа бурильной колонны: дис. ...канд.техн.наук. Уфа, 2009. - 121с.
2. Технология и технические средства улучшения гидродинамической связи скважины с пластом/ Н.А. Шамов, А.В. Лягов, Э.Я. Зинатуллина и др.//Нефтегазовое дело, 2006.-№4 – С.317-327.
3. Зинатуллина Э.Я. Актуальные проблемы бурения винтовыми забойными двигателями / Э.Я.Зинатуллина//Материалы 57-й науч.-техн. конф. студентов, аспирантов и молодых ученых. – Уфа: Изд-во УГНТУ, 2006.- С.82.
4. Опыт колтюбингового бурения горизонтальной скважины российским

оборудованием и инструментом в АНК «Башнефть»/А.В. Лягов, С.В. Назаров, Э.Я. Зинатуллина и др.// Интернет-журнал «Нефтегазовое дело», 2004.-http://www.ogbus.ru/authors/Lyagov/Lyagov_1.pdf

УДК: 622.276.72

ОЦЕНКА ТЕХНИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ ОБРАТНОГО КЛАПАНА ДО ЭКСПЛУАТАЦИИ И В ПРОЦЕССЕ РЕМОНТА

Э.М. Идрисов (ММП21-15-02)

*ФГБОУ ВО «Уфимский государственный нефтяной технический
университет», г. Уфа*

Аннотация. Безаварийную работу обратного клапана можно обеспечить путем оценки его технического состояния. В тезисе приведены возможные причины нарушения работоспособности обратного клапана и предложены методы осуществления контроля над его техническим состоянием перед пуском в работу.

Ключевые слова: обратный клапан, оценка технического состояния, работоспособность, штанговая скважинная насосная установка, диагностика.

В настоящее время во многих промышленно развитых странах, в том числе и в Российской Федерации, тяжелая нефть рассматривается в качестве основной базы развития нефтедобычи на ближайшие годы. Перед нефтедобывающей промышленностью ставится ряд неотложных задач по созданию новых и совершенствованию имеющихся технологий и технических средств извлечения жидкостей [1].

В статье объектом исследования является обратный клапан, который входит в компоновку штанговой скважинной насосной установки для добычи высоковязкой и битуминозной нефти и предназначенный для подачи разогретого пара. Обратный клапан является одним из важных составляющих в компоновке данной установки, от долговечности которого напрямую зависят финансовые расходы на добычу нефти [1].

В связи с этим основной задачей диагностирования является обеспечение безопасности, функциональной надёжности и эффективности работы оборудования, а также сокращение затрат на техническое обслуживание и уменьшение потерь от простоев, в результате отказов и преждевременных выводов в ремонт, перед пуском в эксплуатацию становятся очень актуальным [1].

В статье рассматриваются методы неразрушающегося контроля, обеспечивающего надежное выявление возможных отклонений параметров технического состояния от нормы, такие как:

- проведение визуального и измерительного контроля элементов арматуры;
- акустико-эмиссионный или магнитометрический контроль;

-контроль сплошности металла основных несущих элементов, выполняемый с помощью капиллярного или магнитопорошкового, ультразвукового контроля, рекомендованных в результате акустико-эмиссионного контроля или магнитометрического контроля;

-проведение ультразвуковой толщинометрии в местах наибольшего коррозионно-эрозионного воздействия среды на металл с целью установления фактической толщины стенок элементов и наличия коррозионного или эрозионного износа;

-определение механических характеристик путем измерения твердости в технически доступных местах деформированных участков и повреждений, выявленных при визуальном контроле и согласно схеме проведения неразрушающего контроля [3, 5].

Опыт эксплуатации запорной арматуры показывает, что основное количество неисправностей связано с нарушением герметичности. Для ее контроля используют радиоизотопный метод и метод анализа эксплуатационных характеристик насосного агрегата [4].

Наиболее эффективным из способов остается динамометрирование, то есть построение устьевой динамограммы. Динамограмма отражает зависимость нагрузки в точке подвеса штанг от положения полированного штока. Она дает наиболее полную информацию о состоянии глубинного оборудования [2].

Так же в статье рассматриваются диагностические переносные приборы серии Leonova Infinity. Приборы и программное обеспечение серии Condmaster Nova имеют встроенные автоматизированные средства оценки и анализа состояния оборудования, которые помогают даже неопытному пользователю успешно и самостоятельно решать производственные задачи оценки состояния оборудования [2].

Таким образом, предложенная система диагностирования даст объективно-правильное решение по дальнейшей эксплуатации обратного клапана либо ремонтного вмешательства.

Список использованных источников

1. Пат. 164585 Российская Федерация, МПК F 04 В 47/02. Скважинная штанговая насосная установка / К.Р. Уразаков, Р.С. Тухватуллин, В.А. Молчанова, Б.Х. Ишмухаметов; патентообладатель Уфимский государственный нефтяной технический университет. - № 2015140114/03; заявл. 21.09.15; опубл. 10.09.16, Бюл. №25. – 6 с.
2. Богданов Е.А. Основы технической диагностики нефтегазового оборудования: Учеб. пособие для вузов / Е.А. Богданов. – М.: Высш. Шк., 2006. – 279с.: ил.
3. Ключев В.В. и др. Неразрушающий контроль и диагностика. Справочник / Под. ред. В.В. Ключева. – М.: Машиностроение, 2003.
4. Коршак А.А., Байкова Л.Р. Диагностика объектов нефтеперекачивающих станций: Учебное пособие / А.А. Коршак, Л.Р. Байкова. – Уфа: ДизайнПолиграфСервис, 2008. – 176 с.

5. Соснин Ф.Р. и др. Неразрушающий контроль. Справочник: в 8. / Под ред. В.В. Ключева. – М: Машиностроение, 2003 – 2005.
6. Ахияров Р.Ж. Практическое использование аппаратов магнитогидродинамической обработки для повышения эффективности ингибиторов коррозии. // Нефтепромысловое дело. – М.: изд. ОАО ВНИИОЭНГ, 2008. № 9. – С. 61-65.
7. Исследование аномально низкой коррозионной стойкости трубной стали теплообменной аппаратуры для нефтепереработки / Ахияров Р.Ж., Лаптев А.Б., Мовенко Д.А., Белова Н.А. // Нефтяное хозяйство. – Москва: ЗАО «Издательство «Нефтяное хозяйство», 2016. №1. – С.39 – 42.
8. Ишмурзин А.А., Матвеев Ю.Г. Машины и оборудование для добычи и подготовки нефти и газа: учебник. Уфа: УГНТУ, 2014.
9. Ишмурзин А.А. Нефтегазопромысловое оборудование: учебник. - Уфа: Изд-во УГНТУ, 2008. -565 с.

УДК622.24.(075.8)

УЛУЧШЕНИЕ СМАЗКИ ПОДШИПНИКОВ ОПОР ШАРОШЕЧНЫХ ДОЛОТ

Л.Р. Идрисов (ММП22-16-01)

*ФГБОУ ВО «Уфимский государственный нефтяной технический
университет», г. Уфа*

Аннотация. Повышение эксплуатационных показателей работы буровых шарошечных долот является одним из решающих факторов снижения затрат на строительство скважин. Стойкость опоры чаще всего определяет долговечность долота в целом. В тезисе приводятся основные типы повреждений опор шарошечных долот. Описаны способы улучшения свойств смазки подшипников.

Ключевые слова: шарошечное долото, бурение скважин, опора шарошечного долота, смазки, присадка.

Инструментом, разрушающим горную породу, является буровое долото, и все технико-экономические показатели строительства скважины зависят от качества трехшарошечных долот.

Разрез скважины сложен различными по составу породами, обладающими различными свойствами. Их разрушают резанием, скалыванием, истиранием, дроблением. Характер разрушения зависит от твердости и пластичности пород. Мягкие и пластичные породы наиболее эффективно разрушать резанием, а твердые и хрупкие – дроблением. Поэтому породоразрушающий инструмент должен соответствовать механическим и абразивным свойствам пород [2].

Повышение эксплуатационных показателей работы буровых шарошечных долот является одним из решающих факторов снижения затрат на строительство скважин и существенного роста показателей бурения в

целом. Опоры шарошек – наиболее важные узлы шарошечного долота, стойкость которых чаще всего определяет долговечность долота в целом. Опоры воспринимают радиальные и осевые нагрузки (по отношению к цапфе) [4].

Но иногда можно встретить ситуацию, когда твердые породы переслаиваются с мягкими, и тогда возникает вопрос о целесообразности использования долота для бурения данного интервала, когда нам необходима максимальная механическая скорость. Среди существующих долот можно использовать долота, которые уже используются в мировой практике. Это могут быть классические трехшарошечные долота или долота PDC. Долота PDC в мягких породах имеют очень большую механическую скорость, однако, когда они попадают в твердые породы, то вибрационные колебания растут и разрушают вооружения долота [5, 6]. Шарошечные долота имеют высокую разрушающую способность, как твердые, так и мягкие горные породы. Однако их скорость бурения не дает нам такого желаемого эффекта, который мы бы хотели получить [7].

Типичными повреждениями опор долот являются [8]:

- усталостный износ дорожки качения;
- выкрашивание поверхности (глубокие трещины и расслаивание);
- абразивный износ;
- коррозионный износ;
- питтинг поверхности дорожек качения.

Существует много различных способов улучшения смазки опор шарошечных долот. Введение в смазочный материал мелкодисперсного высокопластичного утяжелителя, добавлением антизадирных и противоизносных присадок, модернизация самой системы смазки [1, 3]. Подбор оптимальной смазки для подшипникового узла может значительно повысить работоспособность опоры шарошечных долот.

Список использованных источников

1. Матвеев Ю.Г., Могучев А.И., Тоан Л.Х. Совершенствование радиального уплотнения герметизированной опоры шарошечного долота в осложненных условиях строительства скважин. // Материалы 8-й Международной науч.-техн. конф. «Современные технологии освоения минеральных ресурсов. –Красноярск: ИПК СФУ, 2010. – С. 231-239
2. Механическая очистка зоны работы шарошечного долота в горизонтальной скважине Попов А.Н., Булюкова Ф.З., Гиниятов Д.С.// Строительство нефтяных и газовых скважин на суше и на море. 2015. № 4. С. 41-44.
3. Могучев А.И., Матвеев Ю.Г., Сидоренко А.А., Булюкова Ф.З. Совершенствование систем герметизации и смазки опор шарошечных долот для повышения частот вращения. // Материалы 8-й Международной науч.-техн. конф. «Современные технологии освоения минеральных ресурсов. –Красноярск: ИПК СФУ, 2010. – С. 231-239
4. Попов А.Н. Разрушение горных пород: учеб. Пособие / Попов А.Н.,

- Трушкин Б.Н., Трушкин О.Б. – Уфа: Изд-во УГНТУ, 2016.- 138 с.
5. Прогнозирование и предупреждение осложнений, обусловленных упругим смещением стенок скважины Булюкова Ф.З. Диссертация на соискание ученой степени кандидата технических наук / уфимский государственный нефтяной технический университет. Уфа, 2011
 6. Снижение прихватаопасности и повышение управляемости шарошечных долот Попов М.А., Попов А.Н., Булюкова Ф.З. Строительство нефтяных и газовых скважин на суше и на море. 2011. № 1. С. 7-9.
 7. Расчет упругого деформирования сечения ствола наклонной скважины/ Булюкова Ф.З., Попов А.Н., Попов М.А. В сборнике: Повышение качества строительства скважин II международная научно-техническая конференция, посвященная памяти Мавлютова М.Р. Сборник научных трудов. 2010. С. 74-81.
 8. Типичные повреждения подшипников и их причины [Электронный ресурс]. – URL: http://www.podshipnik.ru/analyst/80/element_73.html(дата обращения: 18.12.2016).

УДК 622.692.4.004.54

**ОЦЕНКА НАПРЯЖЕННО-ДЕФОРМИРОВАННОГО СОСТОЯНИЯ
ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ТРУБОПРОВОДНЫХ СИСТЕМ С
ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ПРОГРАММНОГО КОМПЛЕКСА «СТАРТ»**

*М.М. Закирничная, (д.т.н., профессор), Р.В. Имакаев (ММП21-15-01)
ФГБОУ ВО «Уфимский государственный нефтяной технический
университет», г. Уфа*

Аннотация. В данной статье рассмотрены проблемы эксплуатации технологических трубопроводных систем в условиях Крайнего Севера. При помощи программного комплекса «СТАРТ» проведен расчет на прочность и жесткость исследуемой трубопроводной системы. Обоснована необходимость дополнительных расчетов для анализа напряженно-деформированного состояния, с учетом непроектных нагрузок.

Ключевые слова: трубопроводы, морозное пучение грунтов, Крайний Север, напряженно-деформированное состояние.

В сложных условиях обеспечение прочности газопроводов является одной из основных задач при проектировании, сооружении и эксплуатации газотранспортных систем. Газопроводы, несмотря на внешнюю простоту конструкции, принципиально отличаются от других металлоконструкций сложной схемой воздействия силовых факторов, значительной неопределенностью напряженно-деформированного состояния и масштабами.

Газопроводы в условиях Крайнего Севера проложены в основном в заболоченных районах, в районах с многолетнемерзлыми грунтами, что в

свою очередь требует новых решений, как при строительстве, так и при последующей эксплуатации [1].

Значительная часть аварий обусловлена воздействием на трубопроводы непроектных нагрузок, большей частью связанных с состоянием грунтов. В условиях Крайнего Севера имеется специфическая особенность, которая характерна для разрушения трубопроводов при морозном пучении многолетнемерзлых пород, что является следствием выпучивания свайных опор трубопроводов.

Морозное пучение грунтов – свойство (способность) пучинистых грунтов при контакте со свайными опорами и другими подземными конструкциями оказывать на них силовое воздействие, а при оттаивании под нагрузкой проявлять дополнительные неравномерные деформации (осадки) и снижение своей прочности [2].

Основной задачей инженерного расчета конструкции является получение гарантии того, что за время ее эксплуатации не наступит ни одно из недопустимых предельных состояний, т. е. состояний, при которых конструкция теряет способность сопротивляться внешним воздействиям или получает недопустимые деформации или местные напряжения [3].

Существует большое количество программных продуктов, облегчающих трудоемкие проектировочные расчеты. С этой целью в настоящей работе было использовано программное обеспечение по расчету на прочность и жесткость трубопроводов при статическом нагружении «СТАРТ».

Программный комплекс «СТАРТ» предназначен для расчета прочности и жесткости трубопроводов различного назначения:

- пара и горячей воды (согласно нормам Госгортехнадзора РФ РД 10-249-98) [4];

- тепловых сетей (согласно нормам Госгортехнадзора РФ РД 10-400-010 [5]);

- внутризаводских технологических трубопроводов нефтеперерабатывающих и нефтехимических производств (согласно отраслевому СА 03-003-07 Минэнерго РФ) [6];

- магистральных газо- и нефтепроводов (согласно СНиП 2.05.06-85) [7].

В данной работе была выбрана трубопроводная система «сборный коллектор сырого газа» одной из установок комплексной подготовки газа Западной Сибири. Данный газопровод отнесен к категории опасных производственных объектов.

Результаты расчета трубопровода на прочность и жесткость с использованием программного комплекса «СТАРТ» показали, что напряжения, возникающие в рабочих условиях от весовой нагрузки, в рабочих условиях от всех воздействий, не превышают допустимых значений. Наибольшее значение напряжений в исследуемой системе, которое составляет 173 Мпа и 170,6 Мпа имели сварные тройники.

При проектирование трубопроводных систем необходимо проведение расчета на прочность и жесткость. Рассматривать такие системы в комплексе, с учетом всех параметров, позволяет программный комплекс «СТАРТ».

Расчеты показали, что при проектировочном расчете напряжения не превышают допустимых значений.

Однако, как показал анализ литературных данных, для трубопроводов, которые эксплуатируются в условиях Крайнего Севера, возможно выпучивание свайных опор. Поэтому необходимо произвести дополнительные расчеты для анализа напряженно-деформированного состояния, с учетом непроектных нагрузок, которые являются следствием морозного пучения грунтов.

Список использованных источников

1. Горбунова С.А., Закирничная М.М., Габбасова А.Х., Худяков М.А. Анализ напряженно-деформированного состояния трубопроводной системы при последовательной отбраковке отводов//В сборнике научных трудов Международной научно-практической конференции «Реальность – сумма информационных технологий». – Уфа: ИП И.И. Пучков, 2015. – С. 54-57.
2. Зайнуллин Р.С. Ресурс элементов трубопроводных систем. – Уфа: МНТЦ «БЭСТС», 2005. – С. 425
3. Харионовский В. В., Курганова И. Н. Несущая способность трубопроводов, прокладываемых в сложных условиях. Повышение надежности газотранспортных систем в сложных климатических условиях//Сборник научных трудов. – М.: ВНИИГАЗ, 1980. – С. 26-30.
4. РД 10-249-98. Нормы расчета на прочность стационарных котлов и трубопроводов пара и горячей воды. – М.: НТЦ Промышленная безопасность, 2010. – 343 С.
5. РД 10-400-01. Нормы расчета на прочность трубопроводов тепловых сетей, – М.: НТЦ Промышленная безопасность, 2001. – 78 С.
6. СА 03-003-07. Расчет на прочность и вибрацию стальных технологических трубопроводов. – М.: НТП Трубопровод, 2007. – 70 С.
7. СНиП 2.05.06-85. Магистральные трубопроводы. – М.: ЦИТП Госстроя РФ, 1985. – 86 С.

РАЗРАБОТКА ИСПЫТАТЕЛЬНОГО СТЕНДА ДЛЯ ОПОРНО-ЦЕНТРИРУЮЩЕГО УСТРОЙСТВА ТРУБОПРОВОДА

С.А. Немирович (ММП21-15-01)

*ФГБОУ ВО «Уфимский государственный нефтяной технический
университет», г. Уфа*

Аннотация. В тезисе описывается опорно-центрирующее устройство трубопровода при ремонте с заменой дефектного участка, конструкция испытательного стенда. Также произведен проектировочный расчет геометрических параметров испытательного стенда с максимально допустимым усилием.

Ключевые слова: опорно-центрирующее устройство трубопровода, испытательный стенд, ремонт трубопровода, замена участка трубопровода.

Наиболее трудоемкими и влияющими на качество работ, при проведении ремонта трубопровода, является центровка стыкуемых труб и перекрытие полости ремонтируемого участка. В связи с этим показана необходимость исследований напряженно-деформированного состояния трубопровода при замене дефектного участка и обеспечения надежности перекрытия полости трубопровода и разработки дополнительных мероприятий по повышению эффективности их выполнения [1].

В связи с этим, проблема повышения эффективности работ по восстановлению дефектных и поврежденных участков является актуальной. В соответствии с концепцией компаний надежность газопроводов и нефтепроводов обеспечивается за счет диагностики, капитального ремонта и реконструкции объектов газотранспортной и нефтетранспортной системы [2].

Существующее оборудование для капитального ремонта трубопроводов – трубоукладчики в частности, не полностью отвечают предъявленным требованиям при капитальном ремонте. При капитальном ремонте удержание на весу трубопровода с помощью трубоукладчика экономически неэффективно.

Технической задачей комплекса для вырезки и врезки участков трубопровода является сокращение времени операции, обеспечение безопасности и автоматизация производства работ. Предлагаемое опорно-центрирующее устройство (ОЦУ) позволит высвободить из технологического процесса ремонта трубопровода несколько трубоукладчиков, что позволит значительно сократить расходы на проведение ремонтных операций [3].

Устройство для вырезки и врезки газонефтепроводов состоит из двух комплектов. Хомуты предназначены для защиты и фиксации шнековой части, которая состоит из винтовых свай, с помощью которых мы забуриваемся. Каждый комплект оснащен гидростанцией, установленный на платформе. Клещевые захваты прикреплены к основанию, подвешенных на траверсах, соединенных между собой ребрами жесткости и

взаимодействующих с помощью гидроцилиндров. Регулируемые опоры соединяются с лыжами, с помощью шарнирного механизма и гофрой, обеспечивающего стабильность комплекта в условиях неровного, водянистого грунта, а также на наклонных участках [4, 5].

Стенд для испытания осевого центрирующего устройства, выполняется с учетом соответствующих стандартов. Испытания позволяют выявить критические неполадки, произвести своевременный ремонт или замену оборудования, обеспечив тем самым безопасность объектов. Основное назначение разработанного испытательного стенда сводится к имитации нагрузок, воздействующих на трубопровод в реальных условиях.

Особенность испытательного стенда состоит в том, что нужно приложить необходимые нагрузки в разных частях трубопровода. Для имитации ремонта с заменой дефектного участка трубопровода нагрузка должна быть приложена в центре и по краям трубопровода. Такая конструкция позволит оценить на сколько опорно-центрирующие устройства справляются со своими задачами.

Список использованных источников

1. Абдрахманов А.Ж., Азметов Х.А. Исследование напряженно-деформированного состояния трубопровода при ремонте с заменой дефектного участка. – Алматы: Нефть и газ, 2004. – С.67.
2. Гумеров А.Г., Ямалеев К.М., Гумеров Р.С., Азметов Х.А. Дефектность труб нефтепроводов и методы их ремонта. – М.: Недра, 1998. – С.240.
3. Федосовский М.Е., Губанок И.И., Тулькова И.А. Внутритрубная диагностика технологических трубопроводов компрессорных станций ОАО «Газпром» с применением телеуправляемого диагностического комплекса// В мире неразрушающего контроля, №2 (44) 2009 г. – С.78-82.
4. Галеев В.Б., Карпачев М.З., Халаменко В.И. Магистральные нефтепродуктопроводы. – М.: Недра, 1976. – С.358.
5. Коршак А.А., Байкова Л.Р. Диагностика объектов нефтеперерабатывающих станций: учебное пособие// Уфа: ДизайнПолиграфСервис. 2008. – С.176.

ОЦЕНКА ЭФФЕКТИВНОСТИ ПРИМЕНЕНИЯ ИОННОГО НАГРЕВА ВЫСОКОВЯЗКОЙ НЕФТИ В НЕФТЕПРОМЫСЛОВОЙ ПРАКТИКЕ

Б.Б. Нуриддинов (ММП21-16-01)

*ФГБОУ ВО «Уфимский государственный нефтяной технический
университет», г. Уфа*

Аннотация. рассматриваются факторы влияющие на увеличение вязкости нефти, вязкость – один из основных параметров, влияющих на обеспечение технологического процесса добычи нефти и ее транспортировку. Приводится сравнительный анализ существующих методов нагрева высоковязкой нефти, т.к. этот метод является наиболее эффективным для снижения вязкости нефти из всех методов, известных в нефтепромысловой практике.

Ключевые слова: индукционный нагрев, ионный нагрев, СВЧ, АСПО, НКТ, резистивные нагреватели, электролиты.

В нефтепромысловой практике существуют различные осложнения – факторы, препятствующие нормальной работе скважин и ведущие к уменьшению дебита и к авариям с оборудованием. Часто встречающееся осложнение при работе фонтанных скважин – выпадение из нефти парафина, солей. Под парафиновыми соединениями, выделяющимися из нефти в скважинах в процессе добычи нефти, понимают сложную углеводородную физико-химическую смесь, в состав которой входит целая гамма веществ. Существует также осложнение транспортировки нефти, связанное с ее низкой температурой.

Все вышеперечисленные факторы ведут к одной главной проблеме: увеличение вязкости нефти, вязкость – один из основных параметров, влияющих на обеспечение технологического процесса добычи нефти и ее транспортировку. Наряду с этой проблемой известны и методы борьбы с ней. Один из них – это нагрев нефти

Основные способы нагрева нефти: индукционный нагрев, сверхчастотный нагрев и ионный нагрев. Каждый из этих способов обладает преимуществами и недостатками перед остальными. Например, индукционный нагрев лучше других способов подходит для нагрева потока жидкости, имеющей большую скорость движения потока, и экономически выгоднее СВЧ нагрева, и при этом проще в эксплуатации, но его основные недостатки: малая площадь поверхности теплообмена, большой зазор между обмоткой и нагревательным элементом, несовершенство нагревателей, у которых нагревательным элементом является корпус. Ионный нагрев, обладающий рядом преимуществ: простота способа нагрева, экономичность и эффективность, которая обеспечивается тем, что нефть используется в роли электролита. Проходящий через нефть ток нагревает ее, тем самым снижая вязкость.

Список использованных источников

1. Ишмурзин А.А. Повышение эффективности добычи многокомпонентной продукции из малодебитных нефтяных скважин штанговыми насосами: Автореф. дис. докт. техн. наук: 05.15.06, 05.04.07/ УГНТУ, 2000. – 253–260 с.
2. Данилушкин В.А., Калашников С.А., Шумаков М.А. Применение индукционных нагревателей в трубопроводном транспорте высоковязких нефтей // Вестник Самарского государственного технического университета. Сер. Технические науки. Вып. 14. Самара, 2002. – С. 178-181.
3. Данилушкин В.А. Разработка и исследование индукционных установок косвенного нагрева в технологических комплексах транспортировки нефти: Автореф. дис. ... канд. техн. наук: 05.09.10 / Самара: Самар. гос. техн. ун-т, 2004. – 20 с.
4. Бутковский А.Г. Структурная теория распределенных систем. – М.: Наука, 1977. – 283 с.
5. Карслоу Г., Егер Д. Теплопроводность твердых тел. – М: Наука, 1964. – 488 с.
6. Трофименко К.В., Шишкин Н.Д. Разработка скребка с индукционным нагревателем для трубопровода парафинистой нефти нефтедобывающей платформы // Новейшие технологии освоения месторождений углеводородного сырья и обеспечения безопасности экосистем Каспийского шельфа: материалы II науч.-практ. конф. – Астрахань: Изд-во АГТУ, 2011. – С. 137–141.
7. Шишкин Н. Д. Применение индукционного подогрева нефти при её транспортировке от месторождений на Северном Каспии // Вестн. Астрахан. гос. техн. ун-та. Сер.: Морская техника и технология. – 2011. – № 3. – С. 52–56.
8. Гараев Т.К. Методы и устройства повышения эффективности СВЧ комплексов обработки нефтепродуктов: Автореф... дис. канд. техн. наук. – Казань: 2004. – 144 с. : 61 04-5/3885
9. Гараев Т.К., Корпачев Ю.А., Застела ИМ. Исследование характеристик нагрева нефтяных эмульсий энергией электромагнитных полей СВЧ. Материалы второй научной конференции студентов и аспирантов./Под ред. О.Г. Морозова. Казань: ЗАО "Новое знание", 2001. – С. 7
10. Гараев Т. К., Корпачев Ю.А. Эффекты теплового воздействия энергии микроволновых полей на нефтяные среды. IX Всероссийские Туполевские чтения. КГТУ (КАИ). Казань. 2002. – С. 88
11. Ившин В. Кайдриков Р.А. Ионный нагреватель для нефтедобывающих скважин, // Вестник КГТУ – 2014 – Т.17. №12 – С.163-165.

УСОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ БЛОЧНОЙ УСТАНОВКИ ПОДГОТОВКИ НЕФТИ

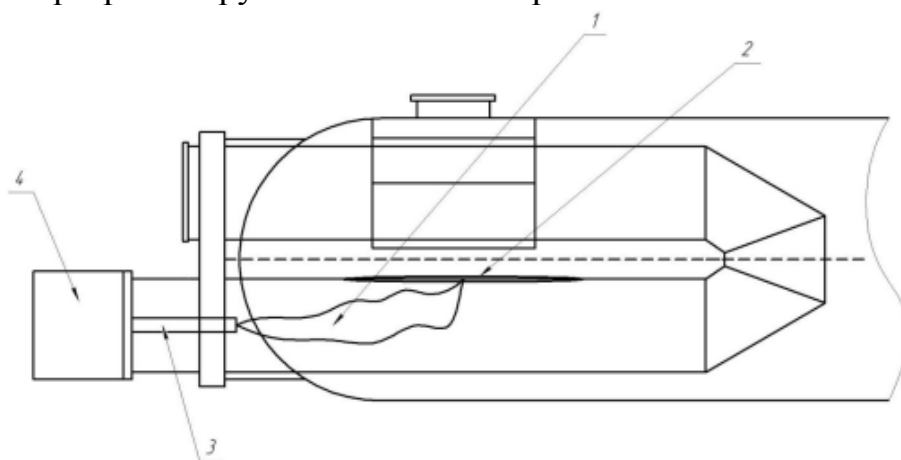
*Ф.Д. Сibaгатуллин (ММП21-15-01), А.А. Ишмурзин (д.т.н., профессор)
ФГБОУ ВО «Уфимский государственный нефтяной технический
университет», г. Уфа*

Аннотация. В данной статье предложена идея установки защитного экрана в жаровую трубу блочной установки подготовки нефти. Это позволит устранить локальные перегревы, являющиеся причиной прогара жаровых труб.

Ключевые слова: нефть, эмульсия, жаровая труба, установка подготовки нефти.

Нефть, поступающая на установку подготовки нефти, представляет собой эмульсию, состоящую из воды, нефти, газа, различных минеральных солей и механических примесей. Назначением установки подготовки нефти является очистка нефти и газа от воды, различных солей и механических примесей. Качество нефти после подготовки должно удовлетворять требованиям ГОСТ Р 51858-2002 [1].

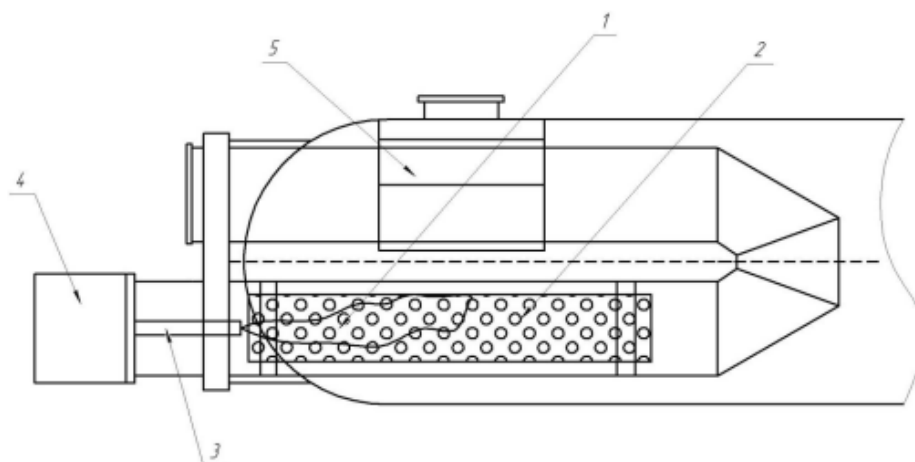
На сегодняшний день, наряду с традиционными установками подготовки нефти получили распространение блочные установки подготовки нефти, которые, как правило, представляют собой сепараторы с секцией нагрева, отстоя и коалесценции. Преимуществом блочных установок подготовки нефти является их компактность, многофункциональность, возможность значительно сократить количество агрегатов, а также уменьшить металлоемкость. Наряду с явными преимуществами есть и недостатки. Одним из недостатков является частые отказы установки вследствие прогара жаровых труб в секции нагрева. Прогар возникает из-за локальных перегревов трубы от пламени горелки.



1 – пламя горелки; 2 – место образования деформации жаровых труб;
3 – сопло горелки; 4 – горелка

Рисунок 1 – Секция нагрева эмульсии УПН

Для решения этой проблемы была предложена установка внутри жаровой трубы трубу меньшего диаметра, которая возьмет на себя всю тепловую нагрузку языков пламени горелки, а так же будет исполнять роль экрана, передавая теплоту пламени стенке жаровой трубы [2].



- 1 – пламя горелки; 2 – предлагаемый защитный экран;
3 – сопло горелки; 4 – горелка;
5 – распределительное устройство

Рисунок 2 – Секция подогрева эмульсии УПН, с защитным экраном в жаровой трубе

Такая труба должна иметь отверстия по всей плоскости и быть оборудована пламя рассекаем на конце. Отверстия обеспечат возможность попадания пламени стенке внешней трубы, но менее интенсивно, при этом равномерно распределяя тепловую нагрузку по поверхности жаровой трубы, что исключит возможность локальных перегревов жаровой трубы. Данное улучшение позволит повысить надежность жаровых труб и увеличить межремонтный период блочной установки подготовки нефти [3].

Список использованных источников

1. ГОСТ Р 51858-2002. Нефть. Общие технические условия
2. Ишмурзин А.А., Матвеев Ю.Г. Машины и оборудования для добычи и подготовки нефти и газа: учебник.- Уфа: Изд-во «Нефтегазовое дело», 2014.- 532 с.
3. Лутошкин Г. С. Сбор и подготовка нефти, газа и воды - М.: Недра, 1983.- 257 с.
4. Ишмурзин А.А., Матвеев Ю.Г. Машины и оборудование для добычи и подготовки нефти и газа: учебник. Уфа: УГНТУ, 2014.
5. Ишмурзин А.А. Нефтегазопромысловое оборудование: учебник. - Уфа: Изд-во УГНТУ, 2008. -565 с.

СОВРЕМЕННОЕ СОСТОЯНИЕ НЕФТЕПОГРУЖНЫХ КАБЕЛЕЙ

Е.О. Федотова (ММП21-16-01)

ФГБОУ ВО «Уфимский государственный нефтяной технический университет», г. Уфа

Аннотация. В тезисе рассмотрено современное состояние нефтепогружных кабелей. Изучено основное направление заводов-изготовителей кабелей, проблемы с которыми сталкиваются при изготовлении кабеля.

Ключевые слова: нефтепогружной кабель, УЭЦН.

С помощью УЭЦН на месторождениях России добывается от 70 до 90% объема нефти. Основная часть месторождений оснащена оборудованием российского производства. Изготовлением УЭЦН, их составных частей, комплектующих изделий и специальных материалов занято свыше 30 предприятий России и СНГ [1-4].

Одним из видов оборудования, входящего в состав установки, является кабельная линия. Опыт эксплуатации УЭЦН показывает, что кабельную линию можно отнести к первой тройке менее надежного оборудования, определяющего срок службы установки на скважине.

ООО «Центр ИТ» разработал технологию использования погружного кабеля КППБП-120 3х10 (16,25) одновременно как в силовом, так и в нагревательном режимах. Такой вариант реализован в Установке прогрева скважин «НКЛС-Энергия». Она позволяет предотвратить образование АСПО и уменьшить количество внеплановых ремонтов.

ООО «Партнер НКТ» - является одним из ведущих российских производителей протекторов и протектолайзеров. С помощью них решается задача крепления токоподводящего погружного кабеля, линий управления и информационных кабелей, и их защиты от механических повреждений при спуско-подъемных операциях.

По данным ассоциации «Электрокабель», в последние годы в РФ выпускается ежегодно около 40 тыс. км нефтекабелей различных марок для УЭЦН. В числе главных производителей – предприятия «Подольсккабель», «Росскат», «Камкабель», «Сибкабель», «Кавказкабель» и «Татнефть».

Проблема на сегодняшний день в кабельной продукции состоит в том, что глубина скважин с каждым годом увеличивается. В связи с этим температурные нагрузки, вес, давление на кабель возрастают.

Большинство заводов-изготовителей нефтепогружных кабелей занимаются улучшением качества продукции. Рассматривают наилучший вариант изоляции, жил, брони. Для этого проводят тестирование новых материалов. Для каждой скважины подбирают оптимальный вариант кабеля.

Список использованных источников

1. Месежник Я.З., Новиков Д. В., Свалов Г.Г.// Кабели и провода. – 2001. - №1. – 560с.
2. Ямалиев В.У., Салахов Т.Р., Шубин С.С. Применение элементов теории детерминированного хаоса к решению задач технического диагностирования УЭЦН. – Электронный научный журнал «Нефтегазовое дело». – 2014. – № 4. – С.174-191.
3. Ямалиев В.У., Ишемгузин И.Е. Диагностирование бурового и нефтепромыслового оборудования. Учебное пособие, Уфа: УГНТУ, 2000 – 83 с.
4. Ямалиев В.У., Салахов Т.Р., Шубин С.С. Оценка технического состояния установок электроцентробежных насосов в процессе эксплуатации методом нейросетевой классификации. – «Нефтегазовое дело». – 2013. – №11-4. – С. 102-109.
5. Ямалиев В.У., Салахов Т.Р., Шубин С.С. Устройство для оценки технического состояния установок электроцентробежных насосов в процессе эксплуатации. – Патент на изобретение RUS №2525094 от 04.05.2013.
6. Ямалиев В.У., Гилязова М.Д., Дулов А.С. Тепловизионный контроль технического состояния УЭЦН. – Электронный научный журнал «Нефтегазовое дело». – 2015 – № 3 – С. 271 – 281.
7. Ямалиев В.У., Тагирова К.Ф., Салахов Т.Р., Шубин С.С., Дунаев И.В. Диагностирование установок электроцентробежных насосов в процессе их эксплуатации с применением нейросетевых технологий.– «Нефтегазовое дело». – 2011. Т.9. №4. – С. 68-72.
8. Федотова Е.О. Новые типы кабелей для установок электроцентробежного насоса. - 67-я научно-техническая конференция студентов, аспирантов и молодых ученых УГНТУ Уфа, 2016. – С.

УДК 621.671

О НЕКОТОРЫХ ПЕРСПЕКТИВНЫХ ПУТЯХ В РАЗВИТИИ ОЦЕНОК ТЕХНИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ УЭЦН

Т.О. Федотова (ММП-21-16-01)

*ФГБОУ ВО «Уфимский государственный нефтяной технический
университет», г. Уфа*

Аннотация. Тезис посвящен вопросам оценки технического состояния установок погружных электроцентробежных насосов (УЭЦН). Кратко рассмотрены основные методы диагностирования УЭЦН.

Ключевые слова: установка погружного электроцентробежного насоса.

В связи с широким распространением установок электроцентробежных насосов, большое внимание уделяется решению задачи по обеспечению

эффективного контроля над действующим фондом скважин оборудованных ими, а именно оценки технического состояния насосного оборудования в процессе ремонта, после ремонта и во время эксплуатации.

Скважинное оборудование работает в тяжелых условиях, подвергается воздействию вредных факторов, которые могут привести к отказам установки погружного электроцентробежного насоса для того чтобы избежать отказы оборудования, следует проводить техническую диагностику [1].

Существует большое количество методов оценки технического состояния УЭЦН. В настоящее время, диагностирование УЭЦН можно проводить во время эксплуатации, во время ремонтных работ и после ремонта оборудования.

Распознавание технического состояния, дефектов без вмешательства в режим его эксплуатации путем непрерывных или периодических измерений возможно с применением вероятностно-статистических методов, основывающихся на обработке статистической информации. Разработан метод диагностирования УЭЦН во время эксплуатации с применением нейросетевых технологий. Основой данного метода является организация нейросетевой матрицы, предназначенной для анализа оперативных данных в режиме реального времени [3,4,7,9].

Также важна оценка технического состояния УЭЦН во время ремонта.

Применяется визуально-оптический метод и электропараметрический метод. Немалую роль играет в диагностировании УЭЦН контроль температуры. Тепловые поля технических объектов имеют большую информативность. Существенным преимуществом теплового контроля является возможность визуализации тепловых полей на значительных площадях и объемах.

Для того чтобы установку после ремонтных работ отправить на эксплуатацию проводят оценку технического состояния УЭЦН. В этом случае применяется метод вибродиагностирования на тренд-скважине. [6].

Оценка технического состояния УЭЦН позволяет повысить надежность оборудования, срок эксплуатации, значительно снизить затраты на ремонт.

Список использованных источников

1. Богданов Е.А. Основы технической диагностики нефтегазового оборудования: Учеб. пособие для вузов. – М.: Высш. шк., 2006. – 279с.
2. Коровин Я.С. Система поддержки принятия решений по контролю состояния УЭЦН на основе нейронной сети: архитектура, реализация, перспективы //Нефтяное хозяйство. – 2007. – №1. – с. 80-85.
3. Миронов Ю.С. Повышение надежности и эффективности работы установок электроцентробежных насосов //Нефтяное хозяйство. - 1987. - № 2. -С. 54-55.
4. Шубин С.С., Салахов Т.Р. Применение вероятностно-статистических методов при реализации технического диагностирования УЭЦН. //Сборник трудов Всероссийской научно-технической конференции с

- международным участием. – УГНТУ. – 2015.
5. Ямалиев В.У., Салахов Т.Р., Шубин С.С. Применение элементов теории детерминированного хаоса к решению задач технического диагностирования УЭЦН. – Электронный научный журнал «Нефтегазовое дело». – 2014. – № 4. – С.174-191.
 6. Ямалиев В.У., Ишемгузин И.Е. Диагностирование бурового и нефтепромыслового оборудования. Учебное пособие, Уфа: УГНТУ, 2000 – 83 с.
 7. Ямалиев В.У., Салахов Т.Р., Шубин С.С. Оценка технического состояния установок электроцентробежных насосов в процессе эксплуатации методом нейросетевой классификации. – «Нефтегазовое дело». – 2013. – №11-4. – С. 102-109.
 8. Ямалиев В.У., Гилязова М.Д., Дулов А.С. Тепловизионный контроль технического состояния УЭЦН. – Электронный научный журнал «Нефтегазовое дело». – 2015 – № 3 – С. 271 – 281.
 9. Ямалиев В.У., Тагирова К.Ф., Салахов Т.Р., Шубин С.С., Дунаев И.В. Диагностирование установок электроцентробежных насосов в процессе их эксплуатации с применением нейросетевых технологий.– «Нефтегазовое дело». – 2011. Т.9. №4. – С. 68-72.

УДК 622.24.05

О СОЗДАНИИ ДОПОЛНИТЕЛЬНОЙ ОСЕВОЙ НАГРУЗКИ НА ДОЛОТО

Р.Т. Хакимов (ММП22-15-01)

*ФГБОУ ВО «Уфимский государственный нефтяной технический
университет», г. Уфа*

Аннотация. При проведении детального анализа конструкции шарошечного долота с винтовыми резцами на спинке лапы, позволило установить, что при работе долота винтовые лопасти врезаются в горную породу и разрушают ее резаньем. Расчеты показали, что для разрушения горной породы нужна меньшая сила G долота с винтовыми резцами, чем у традиционного долота

Ключевые слова: шарошечное долото, износ долота, вооружение долота, опора долота, осевая нагрузка, остаточный ресурс.

В процессе бурения горизонтальных скважин шарошечные долота имея диаметр 45-508 мм, работают при осевых нагрузках 2-40 кН, при частоте вращения от 0,7 до 20 c^{-1} в абразивосодержащей среде при значительной динамичности приложения нагрузки. Для рационального использования ресурса шарошечного долота предложены различные конструкции и методики.

В Уфимском государственном нефтяном техническом университете предложена конструкция шарошечного долота с винтовыми резцами на спинке лапы.

Изначально винтовые резцы в теле лапы играли роль дополнительного периферийного вооружения для улучшения очистки зоны работы долота от бурового шлама и металлических продуктов износа. Однако последующий детальный анализ конструкции позволил установить, что при работе долота винтовые лопасти врезаются в горную породу и разрушают ее резаньем. Расчеты показали, что для разрушения горной породы нужна меньшая сила G долота с винтовыми резцами, чем у традиционного долота на 54%. Для расчетов использовали свойства горных пород средней твердости, угол наклона винтовых лопастей равный 30° относительно оси долота.

При этом сила G способствующая разрушению горной породы разлагается на касательную, и осевую за счет которой создается дополнительная осевая нагрузка на долото [1-16]. Таким образом, армированные винтовые лопасти на спинках лап могут обеспечить, установление вертикального размера поперечного сечения скважины в пределах высоты долота по лапам и тем самым обеспечит доведения необходимой осевой нагрузки до породоразрушающего инструмента.

Список использованных источников

1. Ишемгузин Е.И., Ямалиев В.У., Султанов Б.З. Использование спектра колебаний давления промывочной жидкости для оценки технического состояния долота при турбинном бурении// Известия ВУЗов. Нефть и газ. – 1989. – №5. – С.31-34.
2. Патент №2182659 РФ. Способ определения работоспособности породоразрушающего инструмента/ Мирзаджанзаде А.Х., Ямалиев В.У., Хасанов М.М., Ишемгузин Е.И., Галеев Р.М., Якупов Р.Н., Имаева Э.Ш. – Опубл.2002, Бюл.№28.
3. Патент №2183266 РФ. Способ определения работоспособности породоразрушающего инструмента/ Ямалиев В.У., Мирзаджанзаде А.Х., Хасанов М.М., Ишемгузин Е.И., Ишемгузин И.Е. – 10.06.2002.
4. Патент №2188939 РФ. Способ определения работоспособности породоразрушающего инструмента/ Ямалиев В.У., Хасанов М.М., Якупов Р.Н., Ишемгузин Е.И., Кузеев И.Р., Солодовников Д.С. – Опубл. 10.09.2002.
5. Патент №2124125 РФ. Способ регулирования оптимальной осевой нагрузки на долото при бурении скважин/ Ишемгузин Е.И., Ямалиев В.У., Пашинский В.В., Ишемгузин Е.И., Козлов М.Н., Назаров С.В., Галеев Э.М., Лягов А.В. – Опубл. 27.12.1998.
6. Патент №2335629 РФ. Устройство для оценки состояния породоразрушающего инструмента/ Ямалиев В.У., Салахов Т.Р., Имаева Э.Ш. – Опубл. 2008, Бюл. №28.
7. Пат. №2539472 Российской Федерации. Шарошечное долото для горизонтального бурения/ А.Н. Попов, Д.С. Гиниятов, Ф.З. Булюкова.

- Заявл. 11.10.2013; Оpubл. 20.01.2015. Бюл. № 2.
8. Попов А.Н., Разрушение горных пород: учебное пособие. – Уфа: Изд-во УГНТУ, 2009. – 152 с.
 9. Ишемгузин И.Е., Ямалиев В.У., Ишемгузин Е.И. Диагностирование объектов нефтегазодобычи при случайных колебаниях технологических параметров бурения// Нефтегазовое дело. – 2011. – Т.9, № 3. – С. 17-20.
 10. Салахов Т.Р., Ямалиев В.У. Обеспечение диагностирования состояния породоразрушающего инструмента в процессе бурения нефтегазовых скважин (на примере скважин Туймазинского управления буровых работ)// Нефтегазовое дело. – 2010. – Т. 8, №2. – С. 45-50.
 11. Ямалиев В.У., Имаева Э.Ш., Салахов Т.Р. О возможности распознавания технических состояний глубинного бурового оборудования// Нефтегазовое дело. – 2005. – Т. 3. – С.127-132.
 12. Ямалиев В.У., Ишемгузин И.Е., Пашинский В.В. Алгоритм оценки корреляционной функции при диагностировании глубинного оборудования// В сборнике: Научно-технические достижения и передовой опыт в нефтегазовой промышленности Уфа. – 1999. – С. 190-193.
 13. Заляев М.Ф., Ямалиев В.У., Абдутаалипова Е.М., Авренюк А.Н. О необходимости учета вибрации при конструировании элементов бурильной колонны// «Химическое и нефтегазовое машиностроение», 2016. – №9. – С.45-48.
 14. Головкин М.С., Балута А.Г., Ямалиев В.У., и др. Повышение ресурса опор герметизированных шарошечных долот с помощью применения современных методик расчета и лабораторных испытаний уплотнительного узла// «Бурение и нефть», 2016. – №10. – С.40-43.
 15. Yamaliev V., Imaeva E., Salakhov T. About the deep drilling equipment technical condition recognition method// Электронный научный журнал Нефтегазовое дело. – 2009. – №1. – С.27.
 16. Salakhov T.R., Yamaliev V.U., Dubinsky V. A field-proven methodology for real-time drill bit condition assessment and drilling performance optimization// В сборнике: Society of Petroleum Engineers - SPE Russian Oil and Gas Technical Conference and Exhibition 2008 Сеп. «SPE Russian Oil and Gas Technical Conference and Exhibition 2008», 2008. – С.281-288.

АНАЛИТИЧЕСКИЕ ИССЛЕДОВАНИЯ ЗНАЧЕНИЯ ФАКТИЧЕСКОЙ ПЛОЩАДИ КОНТАКТА ПАРЫ «ШАРИК–СЕДЛО»

*А.А. Хальфутдинова (ММП21-15-01), Ф.Ш. Забиров (к.т.н., профессор)
ФГБОУ ВО «Уфимский государственный нефтяной технический
университет», г. Уфа*

Аннотация. Приводятся результаты проведенных численных исследований зависимости напряжений в зоне фактического контакта клапанной пары «шарик-седло» от формы контактной поверхности седла клапана скважинного штангового насоса (СШН) при статическом и динамическом характере приложения нагрузки. Определены расчетные значения гидравлических потерь в клапанном узле. Результаты расчетов свидетельствуют о возможности увеличения долговечности рассматриваемой пары при использовании сферической формы контактной поверхности седла.

Ключевые слова: скважинный штанговый насос, клапанная пара, шарик, седло, коническая фаска, сферическая фаска, напряжение.

Эффективность работы и долговечность СШН во многом зависит от совершенства конструкции их клапанных пар [2]. Отказы клапанной пары, как правило, обусловлены износом и деформацией взаимно контактирующих поверхностей этой пары, скорость износа и деформации которых повышаются с увеличением значений действующих контактных напряжений [8]. Кроме того, износ взаимно контактирующих поверхностей клапанной пары СШН усугубляется ударным характером взаимодействия шарика и седла [4].

Для определения путей совершенствования конструкции седла клапанной пары СШН были проделаны численные исследования зависимости значений напряжений в зоне фактического контакта этой пары от формы контактных поверхностей седла [7] при статическом и динамическом характере приложения нагрузки [3, 6]. Также были определены расчетные значения гидравлических потерь [1, 5] в клапанном узле, находящемся в положении «открыто».

В результате проведенных численных исследований были получены следующие результаты. Значение максимального напряжения в зоне фактического контакта при выполнении посадочной поверхности седла в виде фаски под углом 45° составило $\sigma_{\max} = 1019,6$ МПа, а при выполнении посадочной поверхности в виде сферической фаски шириной $L_{\text{уп}} = 2$ мм – $\sigma_{\max} = 47,0$ МПа. Для последнего случая максимальное значение напряжения при статическом приложении нагрузки составило $\sigma_{\max} = 6,66 \cdot 10^3$ Па, что в 5500 раз превышает уровень напряжений, который имеет место при ударной посадке шарика в седло клапана.

Высокий уровень контактных напряжений при выполнении формы посадочной поверхности седла в виде конуса объясняется тем фактом, что

при работе клапанной пары форма взаимно контактирующей поверхности стремится превратиться в линию.

Максимальные расчетные значения гидравлических потерь для седла с формой посадочной поверхности в виде конической фаски составили $h_{\text{пот}} \cong 4,1$ м.

Расчеты выполнялись в программе Mathcad и Wolfram Mathematica.

Полученные расчетные значения контактных напряжений следует уточнить с учетом фактических значений параметров шероховатости контактирующих деталей.

Полученные расчеты показывают, что при сферической форме посадочной поверхности седла долговечность пары «шарик–седло» будет значительно превышать долговечность этой пары при конической форме посадочной поверхности седла вследствие значительного снижения интенсивности изнашивания контактирующих поверхностей клапанной пары.

Список использованных источников

1. Башта, Т. М. Гидравлика, гидромашины и гидроприводы [Текст]: учебник для машиностроительных вузов / Т. М. Башта, С. С. Руднев, Б. Б. Некрасов и др. – 2-е изд., перераб. – М.: Машиностроение, 1982. – 423 с.
2. Забиров, Ф.Ш. О разработке методов оценки технического состояния и остаточного ресурса нефтегазопромыслового оборудования [Текст] / Ф.Ш. Забиров, О.Е. Беспалова // В сборнике: Обеспечение промышленной безопасности производственных объектов топливно-энергетического комплекса Республики Башкортостан Материалы Второго научно-технического семинара, Уфа, 1999. – С. 229-230.
3. Костенко, Н. К. Сопротивление материалов [Текст]: учеб. пособие / Н. А. Костенко, С. В. Балясникова, Ю. Э. Волошановская и др.; под ред. Н. А. Костенко. – 2-е изд., испр. – М.: Высш. шк., 2004. – 430 с.: ил.
4. Немирович Д.А. Улучшение работы клапанного узла штангового скважинного насоса [Текст] / Д.А. Немирович, Ф.Ш. Забиров В сборнике: Сборник научных трудов 43-й международной научно-технической конференции молодых ученых, аспирантов и студентов, посвященной 60-летию филиала УГНТУ в г. Октябрьском Материалы в 2-х томах. 2016 – С. 66-68.
5. Раинкина, Л. Н. Гидромеханика [Текст]: Учебное пособие по решению задач / Л. Н. Раинкина . – 2-е изд. – Москва, РГУ нефти и газа им. И. М. Губкина, 2005. – 119 с., ил.
6. Снитко, Н.К. Сопротивление материалов [Текст]: учеб.пособие / Н.К. Снитко. – Л.: изд-во Ленингр. ун-та, 1975. – 368 с.
7. Справочник по сопротивлению материалов / Г. С. Писаренко, А. П. Яковлев, В. В.; отв. ред. Г. С. Писаренко. – 2-е изд., перераб. и доп. – Киев: Наук. думка, 1988. – 736 с.

8. Шафеев, Д.М. Штанговый скважинный насос: анализ ремонтпригодности клапана и его ремонт [Текст] / Д.М. Шафеев, Забиров Ф.Ш. В сборнике: 59-я научно-техническая конференция студентов, аспирантов и молодых ученых, Уфа, 2008. – С. 144.
9. Забиров, Ф.Ш. Совершенствование бурения наклонных скважин посредством повышения надежности турбобуров: дис. ... канд. техн. наук/Забиров Фердинанд Шайхиевич. -Уфа, 1986.
10. Об организации эксплуатации и технического обслуживания нефтегазопромыслового оборудования по техническому состоянию/Беспалова О.Е., Забиров Ф.Ш.//Обеспечение промышленной безопасности опасных производственных объектов топливно-энергетического комплекса Республики Башкортостан: Материалы III республиканского научно-технического семинара. 2002. С. 182-186.
11. Муслухов Р.В., Забиров Ф. Ш. Установка штанговая скважинная насосная с усовершенствованной плунжерной парой. В книге: 55-я научно-техническая конференция студентов, аспирантов и молодых ученых 2004. 244 с.
12. Немирович, Д.А. О использовании зарубежного опыта эксплуатации ШСН/Д.А. Немирович, Ф.Ш. Забиров//65-я научно-техническая конференция студентов, аспирантов и молодых ученых/коллектив авторов. -Уфа: Изд-во УГНТУ, 2014. -С. 188-189.

УДК 622.276

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ОПТИМАЛЬНЫХ ЧАСТОТ ВРАЩЕНИЯ ШТАНГОВОЙ КОЛОННЫ С ЦЕЛЬЮ МИНИМИЗАЦИИ КРУТЯЩИХ НАГРУЗОК

М.А. Хатинов (ММП21-15-01)

*ФГБОУ ВО «Уфимский государственный нефтяной технический
университет», г. Уфа*

Аннотация. В скважинах с направленным профилем ствола, оборудованных установками штанговых винтовых насосов, значительное влияние на износ и обрывность приводной колонны, оказывает полусухое трение вращающихся штанг о трубы, что обусловлено Эйлеровыми силами прижатия штанг к насосно-компрессорным трубам. Возникающие силы трения увеличивают крутящую нагрузку на колонну и на привод, что может вызвать их преждевременный выход из строя.

Ключевые слова: коэффициент трения, добыча нефти, винтовой насос, насосные штанги.

В процессе работы штанги испытывают переменные нагрузки. Это обусловлено наличием падающей характеристики коэффициента трения от скорости трущихся поверхностей ротора и резиновой обоймы статора, приводящей к колебаниям крутящего момента.

В условиях скважины смазка трущихся поверхностей также имеет специфические особенности, т.е. нет принудительной смазки, и толщина смазочного слоя в основном определяется контактным давлением, вязкостью нефти и скоростью откачки.

Перечисленные специфические условия требуют детального экспериментального изучения закономерностей изменения коэффициентов трения штанг и муфт о трубы и жесткости на изгиб элементов штанговой колонны.

Поскольку коэффициент трения является переменной величиной, то возникающие моменты на трение будут вызывать колебательные возмущения в штанговой колонне, что может оказать влияние на надежность штанговой колонны.

В скважинах с направленным профилем, значительны амплитуды напряжений штанговой колонны, поэтому для направленных участках, необходимо учитывать усталостное разрушение штанг.

Наибольшие значения амплитуды колебания касательных напряжений возникают в начальный промежуток времени после запуска насоса. Это обусловлено колебаниями частоты вращения ротора винтового насоса, из-за неравномерности зависимости коэффициента трения ротора о статор винтового насоса, от частоты вращения.

Наибольшие значения амплитуды нормальных напряжений от изгиба возникают на направленных участках.

Установлено, что зависимость крутящего момента от частоты вращения ротора насоса характеризуется зоной снижения крутящего момента за счет уменьшения сил трения зависящих от скорости относительного движения пар трения, зоной стабилизации крутящего момента и зоной роста крутящего момента.

Список использованных источников

1. Уразаков К. Р., Латыпов Б. М., Исмагилов Р. Р. Экспериментальные исследования коэффициента трения элементов штанговой колонны винтовых насосных установок//Нефтегазовое дело: электрон. науч. журн. 2015. №3. С.256-270. URL: http://ogbus.ru/issues/3_2015/ogbus_3_2015_p256-270_UrazakovKR_ru.pdf
2. Уразаков К. Р., Латыпов Б. М., Исмагилов Р. Р. Методика расчета штанговых колонн для винтовых насосных установок//Нефтегазовое дело: электрон. науч. журн. 2015. № 4. С.72-94. URL: http://ogbus.ru/issues/4_2015/ogbus_4_2015_p72-94_UrazakovKR_ru.pdf
3. Латыпов Б. М. Топольников А.С., Комков А.Г., Исмагилов Р.Р. Влияние условий эксплуатации на наработку штанговых винтовых насосных установок //Нефтегазовое дело. 2016. Т. 14, № 2. С. 55-60.
4. Уразаков К.Р., Латыпов Б.М., Исмагилов Р.Р. Пути снижения динамики крутильных колебаний штанговой винтовой насосной установки // Инновационное нефтегазовое оборудование: проблемы и решения. Материалы III Всероссийской научно-технической конференции. -Уфа:

УГНТУ, 2014. С.148-149.

5. Латыпов, Б.М. Установка штангового винтового насоса для добычи нефти в осложненных условиях /Б.М. Латыпов//Нефтегазовое дело. -2012. -Т. 10. -№ 1. -С. 13-15

УДК 620.22:621.67

О ПРИМЕНЕНИИ КОМПОЗИЦИОННЫХ МАТЕРИАЛОВ ДЛЯ ИЗГОТОВЛЕНИЯ ДЕТАЛЕЙ ЦЕНТРОБЕЖНЫХ НАСОСОВ

*А.А. Хусаинова (ММП22-15-01), Ф.Ш. Забиров (к.т.н., профессор)
ФГБОУ ВО «Уфимский государственный нефтяной технический
университет», г. Уфа*

Аннотация: В статье приводятся обоснования применения полимерных композиционных материалов для изготовления быстроизнашивающихся деталей центробежных насосов, учитывающих условия их эксплуатации: высокий уровень напряженно-деформированного состояния деталей и негативное воздействие на их работоспособность действующих нагрузок, коррозионно-абразивной среды, и др.

Ключевые слова: насосы центробежные, детали, композиционные материалы, полимеры.

Центробежные секционные насосы типа ЦНС являются одними из наиболее распространенных типов насосов, используемых на нефтяных и газовых промыслах. Эффективность эксплуатации ЦНС в значительной степени зависит от совершенства конструкции и качества изготовления их деталей и узлов. Повышение долговечности деталей и узлов ЦНС может быть достигнуто оптимизацией выбора типов и марок конструкционных материала для их изготовления, а также технологического процесса их обработки [6].

Наблюдающаяся в настоящее время тенденция увеличения стоимости новых конструкционных материалов не всегда гарантирует соответствующее повышение эффективности их использования в промышленных условиях. Одним из наиболее эффективных неметаллических материалов, применяемых для изготовления деталей машин в различных отраслях промышленности, являются полимерные композиционные материалы (ПКМ). ПКМ – это материалы, в которых матрицей служит полимерный материал, а в качестве наполнителя используются вещества различного химического состава, обладающие требуемыми физико-механическими свойствами.

Наибольший эффект от применения ПКМ достигается при изготовлении деталей, обладающих антифрикционными свойствами, обеспечивающими их повышенную износостойкость и пониженную энергоемкость работы машин и оборудования. Представителями последних являются карбонит и оксафен, которые широко используются в различных отраслях промышленности для изготовления деталей, работающих в узлах

трения механизмов, эксплуатируемых в условиях действия коррозионно-активной среды, содержащей механические частицы, минеральные масла и нефтепродукты [5].

По своим антифрикционным характеристикам вышеуказанные представители ПКМ значительно превосходят по ресурсу изделия из баббита, бронзы, текстолита, фторопласта, различных полиамидов. Кроме того, они допускают повышенные эксплуатационные нагрузки (от 2 до 10 раз).

Карбонит – антифрикционный слоистый полимерный конструкционный материал сухого трения, обладающий уникальными трибологическими свойствами для использования в экстремальных условиях сухого трения (низкие и высокие температуры), в различных средах (вода, нефтепродукты и др.) с устойчивостью к истиранию в 5 раз более высокой, чем используемый в настоящее время на многих производствах текстолит.

Оксафен – антифрикционный изотропный полимерный конструкционный материал сухого трения. Является следующей ступенью технологического развития материала карбонита, обладает всеми его трибологическими и физико-механическими свойствами.

Оксафен и карбонит обладают высокими значениями предела прочности, ударной вязкости, износостойкости и термической стабильности.

Комплекс трибологических свойств вышеупомянутых материалов (таблица 1) превосходит аналогичный комплекс свойств черных и цветных металлов, металлокомпозитов, а также большинства используемых в настоящее время полимерных композиционных материалов, в частности, различных типов углепластиков, текстолита и др.

Изделия из карбонита и оксафена могут успешно эксплуатироваться в условиях сухого и мокрого трения, в средах с высоким содержанием различных абразивов, масел, нефтепродуктов при температурах от минус 100 С° до +250 С°.

На рисунке 1 приведены сравнительные результаты испытаний на износостойкость карбонита, где в качестве контртела использовался конструкционный текстолит. Приработка пар трения при испытаниях проводилась в течение 10 минут при частоте вращения шпинделя 2000 об/мин и при осевом усилии на пару трения 10 Н. Продолжительность испытаний составила 1,5 часа при частоте вращения шпинделя 2000 об/мин и при значении осевого усилия на пару трения, равном 10 Н. В качестве смазочного материала в зоне трения использовалась пластичная смазка Литол-24, содержащая 5 %-ную весовую долю Al_2O_3 с размером частиц не более 45 мкм и твердостью 7 по шкале Мооса.

Таблица 1 – Свойства полимерных материалов оксафен и карбонит

Наименование параметра	Карбонит	Оксафен
Плотность, г/см ³	1,30–1,42	1,32–1,4
Разрушающее напряжение, МПа:		
– при изгибе	150	120–210
– при растяжении	80	45–70
– при сжати	180	115–180
Ударная вязкость по Шарпи, кДж/м ²	–	35–60
Твердость, HRC	–	70–90
Маслостойкость (24 часа), %	0,06–0,08	0,037
Коэффициент сухого трения	0,08–0,23	0,08–0,23
Коэффициент водного трения	0,07–0,1	0,07–0,10
Коэффициент масляного трения	0,04–0,06	0,04–0,06

В насосах типа ЦНС из карбонита и оксафена могут быть изготовлены подшипники скольжения валов, втулки валов, рабочие колеса и их элементы, опорные пяты, детали узлов уплотнения. Использование этих материалов для изготовления деталей ЦНС позволит снизить расходы на его обслуживание за счет повышения износостойкости деталей и увеличить период его безотказной работы.

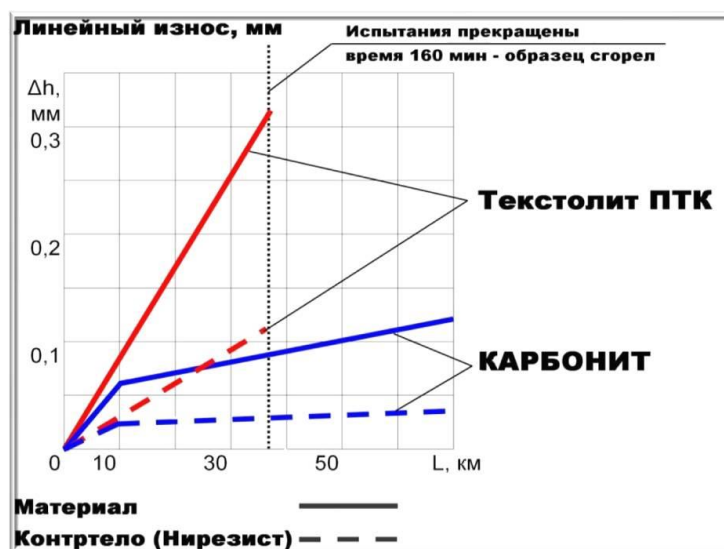


Рисунок 1 – Сравнительные результаты испытаний на износостойкость карбонита и конструкционного текстолита [6]

Список использованных источников

1. Бурангулов, Р.В. Использование антифрикционных препаратов в промышленности [Текст] / Р.В. Бурангулов, Ф. Ш. Забиров // В сборнике: Инновационное нефтегазовое оборудование: проблемы и решения: материалы Всероссийской научно-технической конференции / коллектив авторов. – [Б.м.: б.и.], 2010. – С. 269-270.

2. Васильев, В.В. Композиционные материалы/ В.Д. Протасов, В.В. Болотин. – М.: Машиностроение, 1990. – 315 с.
3. Забиров, Ф.Ш. Об инновационной образовательной программе «ИНИЦИАТИВА CDIO» (THE CDIOTM INITIATIVE) [Текст] / Ф.Ш. Забиров // Инновационное нефтегазовое оборудование: проблемы и решения: материалы III Всероссийской научно-технической конференции / коллектив авторов. – [Б.м.: б.и.], 2014. – С. 207-211.
4. Ибрагимова, Ю.Р. Триботехнический анализ узлов трения турбобура ЗТСШ1-195 [Текст] / Ю.Р. Ибрагимова, Ф. Ш. Забиров // В книге: 53-я Научно-техническая конференция студентов, аспирантов и молодых ученых УГНТУ / коллектив авторов. – Уфа: Изд-во УГНТУ, 2002. – С. 93
5. Кербер, М.Л. Полимерные композиционные материалы: структура, свойства, технология/ В.М. Виноградов, Г.С. Головкин. – СПб.: Профессия, 2008. – 560 с.
6. Фатхуллин, А.А. О возможности применения полимерных композиционных материалов в сельскохозяйственном машиностроении // Сельскохозяйственная техника: обслуживание и ремонт. – 2016. – №2. – С. 21-32.
7. Хусаинова, А.Р. Об импортозамещении конструкционных материалов в нефтегазовой отрасли [Текст] / А.Р. Хусаинова, Ф. Ш. Забиров // В сборнике: Сборник научных трудов 43-й международной научно-технической конференции молодых ученых, аспирантов и студентов, посвященной 60-летию филиала УГНТУ в г. Октябрьском / коллектив авторов. – Уфа: Изд-во УГНТУ, 2016. – С. 144-146
8. Шрейбер, Г.К. Конструкционные материалы в нефтяной, нефтехимической и газовой промышленности/ С. М. Перлин. – М.: Машиностроение, 1969. – 265 с.
9. Забиров, Ф.Ш. Совершенствование бурения наклонных скважин посредством повышения надежности турбобуров: дис. ... канд. техн. наук/Забиров Фердинанд Шайхиевич. -Уфа, 1986.
10. Беспалова О.Е., Забиров Ф.Ш. Об организации эксплуатации и технического обслуживания нефтегазопромыслового оборудования по техническому состоянию// В сборнике: Обеспечение промышленной безопасности опасных производственных объектов топливно-энергетического комплекса Республики Башкортостан Материалы III республиканского научно-технического семинара. 2002. - С. 182-186.
11. Об организации эксплуатации и технического обслуживания нефтегазопромыслового оборудования по техническому состоянию/Беспалова О.Е., Забиров Ф.Ш.//Обеспечение промышленной безопасности опасных производственных объектов топливно-энергетического комплекса Республики Башкортостан: Материалы III республиканского научно-технического семинара. 2002. С. 182-186.
12. Муслухов Р.В., Забиров Ф. Ш. Установка штанговая скважинная насосная с усовершенствованной плунжерной парой. В книге:55-я

научно-техническая конференция студентов, аспирантов и молодых ученых 2004. 244 с.

13. Немирович, Д.А. Об использовании зарубежного опыта эксплуатации ШСН/Д.А. Немирович, Ф.Ш. Забиров//65-я научно-техническая конференция студентов, аспирантов и молодых ученых/коллектив авторов. -Уфа: Изд-во УГНТУ, 2014. -С. 188-189.

УДК 622.276

ПЕРСПЕКТИВЫ И РАЗВИТИЯ ПОВЫШЕНИЯ НАДЕЖНОСТИ РАБОТЫ КЛАПАННЫХ ПАР ШГН

*И.Д. Шакиров (ММП21-16-01), С.В. Назаров (к.т.н., доцент)
ФГБОУ ВО «Уфимский государственный нефтяной технический
университет», г. Уфа*

Нефтедобывающее оборудование в течение многих лет эксплуатируется без существенной модернизации. Например, скважинные штанговые насосы (СШН) работают без конструктивных изменений с начала механизированной эксплуатации скважин. Основными узлами этих насосов являются всасывающий и нагнетательный клапаны. Возникновение не герметичности клапанной пары приводит к снижению или полному прекращению подачи насоса [1].

Решение вопроса повышения надежности ШГН является одной из приоритетных задач по снижению эксплуатационных затрат на добычу жидкости из скважин. Указаны факторы, геометрические параметры, приводящие и влияющие к относительно быстрому разрушению клапанов на месторождениях.

Проведенные исследования убедительно указывают на необходимость изменения технических требований, исходных геометрических параметров клапанной пары – шарика и седла, точность их размеров и правильность геометрических форм являются одной из основных предпосылок хорошей герметичности клапанов и длительной работы в скважинных средах [2,3].

Увеличение коэффициента наполнения ШГН возможно при модернизации клапанных узлов. Для этого необходимо исключить применение сферической формы клапана, так как шаровой запорный элемент обеспечивает герметичность полости по линейному принципу касания сферы с посадочным конусом седла. Малейшее изменение формы шара из-за износа и коррозии нарушает герметичность клапана.

Надежность клапанных узлов ШГН предлагается повысить с помощью запорного узла пробкового типа (рисунок 1). Всасывающий клапан состоит из корпуса 1, седла 2, переводника 3, хвостовика 4, затвора 5, эластичного кольца 6, поджимного кольца 7, разрушаемой заглушки 8, нижнего переводника 9.

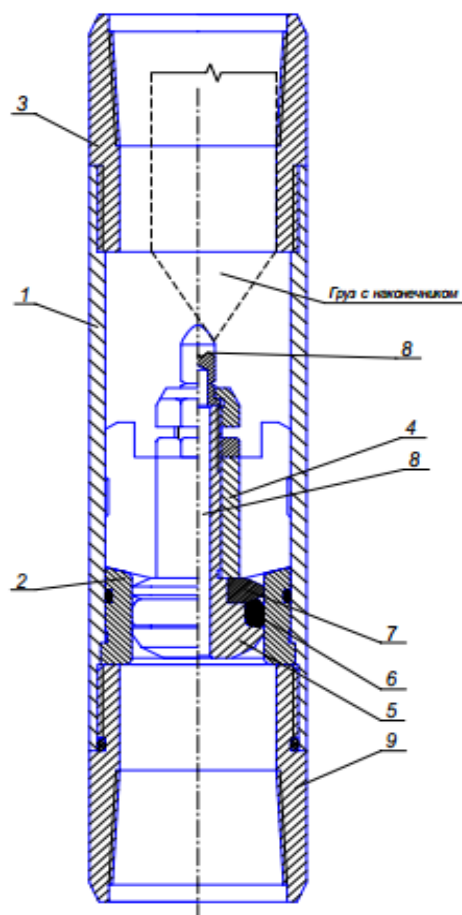


Рисунок 1 – Всасывающий клапан широкопроходной штангового скважинного насоса

При этом канал клапанного седла закрывается полностью даже при износе элементов конструкции. Сопоставление геометрии проходных сечений клапанов показывает, что клапан пробкового типа обеспечивает по сравнению с шаровым большие проходные каналы, поэтому такая конструкция называется широкопроходным клапанным узлом [1]. Как правило, подача насоса увеличивается, что повышает добычу нефти, а, следовательно, снижает себестоимость продукции без существенного увеличения затрат. Сравнительно небольшой ресурс эксплуатации опытных насосов связан с некачественной резиной, используемой для герметизации клапанного узла. Поэтому дальнейшая эксплуатация насосов проводится с полиуретановым уплотнением [4].

Список использованных источников

1. Султанов Б.З. Опытная эксплуатация широкопроходных клапанных узлов для скважинных штанговых насосов // Нефтяное хозяйство. – 12/2002.-С.57-60.
2. Якимов С.Б., Подкорытов С.М. Комплексное исследование качества клапанных пар штанговых насосов // Оборудование и технологии для нефтегазового комплекса. - 3/2012.- №3. –С.-35-38
3. Султанов Б.З., Вагапов Ю.Г. Сравнение геометрии широкопроходных

клапанных узлов штангового насоса с серийными // Нефтяное хозяйство. – 1995. - №8. – С.57-59.

4. Галимуллин М.Л., Габдрахимов М.С. Влияние широкопроходного клапана на подачу глубинного штангового насоса // Оборудование и технологии для нефтегазового комплекса. - 2015. -№4 – С.22-27.

УДК 622.276.5

ВЫБОР ОПТИМАЛЬНОГО РЕЖИМА РАБОТЫ ШСНУ

С.М. Шемагонов (ММП21-15-01)

ФГБОУ ВО «Уфимский государственный нефтяной технический университет», г. Уфа

Аннотация. Рассмотрена проблема выбора режима работы ШСНУ. Предложено выбирать оптимальный режим из условия минимума инерционных нагрузок, увеличения подачи и низкого расхода энергии станка-качалки. Предложен механизм передвижения редуктора, с помощью винтовой пары, позволяющий изменять дезаксиальное отношение для конкретной скважины.

Ключевые слова: станок-качалка, режим работы ШСНУ, утечки, винтовая пара, скважина, дезаксиальное отношение.

На сегодняшний день существуют многочисленные конструкции станков-качалок, выполненные по различным кинематическим схемам.

Наряду с распространенными аксиальными кинематическими схемами станков-качалок, применяются и дезаксиальные кинематические схемы, позволяющие уменьшать нагрузку на колонну штанг при ходе вверх за счет увеличения времени хода, точки подвеса штанг вверх. Однако такая асимметрия хода в результате неблагоприятно сказывается на работе СК: растет сила сопротивления движению плунжера при ходе вниз, приводящая к зависанию штанговой колонны, потере устойчивости штанг в нижней части и, как следствие, к снижению коэффициента подачи насосной установки, а так же увеличению абсолютного значения утечек в насосе.

Предлагается использовать СК с дезаксиальной кинематической схемой с уменьшением средней скорости движения ТПШ вверх. Такие условия способствуют уменьшению максимальной нагрузки в ТПШ при вращении кривошипа по часовой стрелке, увеличению подачи установки и уменьшению удельного расхода активной энергии СК. Нами предлагается использовать механизм передвижения редуктора, с помощью винтовой пары, позволяющий изменять дезаксиальное отношение для конкретной скважины.

Список использованных источников

1. Мищенко И.Т. Скважинная добыча нефти. Учебное пособие для ВУЗов. – 2-е издание. Москва: Изд-во «Нефть и газ» РГУ нефти и газа им. И.М. Губкина, 2007. – 826 с.

2. Снарев А.И. Расчеты машин и оборудования для добычи нефти и газа. Учебное пособие. Самара: Самарский государственный технический университет, 1995. – 122 с.
3. Лягов А.В., Ямалиев В.У., Ишемгужин И.Е., Назаров С.В., Галеев Э.М., Ишемгужин Е.И., Козлов М.Н. Вибрационный контроль технического состояния щелевого перфоратора//Сб. материалов 48-й научно-технической конференции студентов, аспирантов и молодых ученых. - Уфа: УГНТУ, 1997. -С. 39.
4. Ишемгужин И.Е. Устранение параметрических колебаний низа колонны штанг в наклонной скважине//Оборудование и технологии для нефтегазового комплекса. 2010. -№ 4. -С. 28-31.
5. А.с. № 1427059 (СССР). Способ определения степени износа породоразрушающего инструмента/Е.И. Ишемгужин, В.У. Ямалиев, Б.З. Султанов и др. -Заявл. 08.09.86, № 4142241/22-03; Опубл. 30.09.88//Открытия. Изобретения. -1988. -№ 36.
6. Пат. 2185493 РФ, МКИ Е 21 В 17/07. Демпфер продольных колебаний/И.Е. Ишемгужин, Э.Ш. Имаева, А.В. Лягов, Е.И. Ишемгужин, В.У. Ямалиев (РФ). -№2000121293/03; Заявлено 08.08.2000; Опубл. 20.07.02//Изобретения. -2002.-№20.-С. 294.
7. Ишемгужин И.Е. Рассогласование движения устьевого штока и плунжера насоса при релаксационных колебаниях//Оборудование и технологии для нефтегазового комплекса.-М.: ВНИИОЭНГ, 2010. -№5. С.4-8.

УДК 37.016:51-048.67(470+571)

ПОПУЛЯРИЗАЦИЯ МАТЕМАТИЧЕСКИХ ЗНАНИЙ КАК ФАКТОР ПРИВЛЕЧЕНИЯ К ОБУЧЕНИЮ В ВУЗЕ ПРОФЕССИОНАЛЬНО- ОРИЕНТИРОВАННОЙ МОЛОДЕЖИ

Р.Р. Сафин

*ФГБОУ ВО «Уфимский государственный нефтяной технический
университет», г. Уфа*

Аннотация. В статье подчеркивается роль математики в подготовке специалистов в первую очередь технического профиля и говорится о необходимости иметь хорошую математическую подготовку по программе общеобразовательной школы. Отмечены мероприятия, проводимые в Российской Федерации, способствующие выявлению и поддержке детей, проявивших выдающиеся способности. Сделан сравнительный анализ по уровню подготовленности школьников Республики Башкортостан по математике на основе их участия в олимпиадах из утвержденного Министерством образования и науки Российской Федерации перечня олимпиад, дающими льготы при поступлении в вуз. На основе данного анализа сделан вывод о том, что в Республике Башкортостан не обеспечиваются на должном уровне условия для развития у обучающихся

выдающихся математических способностей. Сформулирован ряд предложений по повышению уровня математической подготовки абитуриентов, поступающих в УГНТУ.

Ключевые слова: математика, олимпиада, уровень подготовленности абитуриента, сравнительный анализ, льготы при поступлении.

В настоящее время математика играет большую роль во многих отраслях современной науки и производственной деятельности. Это неоспоримый факт. В последние годы возрастает внимание к образовательным программам технического профиля и особенно к направлениям подготовки, относящихся к приоритетным направлениям развития науки, технологий и техники. Реализовать же эти образовательные программы развитие без математического аппарата и современных информационных технологий невозможно, поэтому большое число будущих специалистов особенно технического профиля нуждаются в серьезной математической подготовке. Для реализации указанных образовательных программ вузы стараются принимать абитуриентов с хорошей математической подготовкой.

В принятой Правительством РФ концепции [1] развития математического образования в Российской Федерации четко сказано, что «обострились проблемы развития математического образования и науки...». В этой же концепции [1] сформулировано несколько задач развития математического образования в Российской Федерации, среди которых есть такие:

- обеспечение обучающимся, имеющим высокую мотивацию и проявляющим выдающиеся математические способности, всех условий для развития и применения этих способностей;
- популяризация математических знаний и математического образования.

Правительством РФ в 2014 году принят План мероприятий по реализации Концепции развития математического образования в Российской Федерации, на основе которого субъекты Российской Федерации приняли свои планы и их реализовывают.

В целях выявления и поддержки детей, проявивших выдающиеся способности, а также для сопровождения и мониторинга их дальнейшего развития, Правительство Российской Федерации утвердило Правила выявления таких детей [2]. Для реализации указанного постановления [2] Министерство образования и науки Российской Федерации утверждает ежегодно Перечень олимпиад [3] и иных интеллектуальных и (или) творческих конкурсов, мероприятий, направленных на развитие интеллектуальных и творческих способностей детей.

Для поддержки лиц, проявивших выдающиеся способности и поступивших на обучение в образовательные организации высшего образования по очной форме обучения по программам бакалавриата и программам специалитета за счет бюджетных ассигнований федерального

бюджета, Президентом РФ в 2015 году принят Указ [4], где сказано, что с 1 сентября 2015 г. учреждаются 5000 грантов Президента Российской Федерации, бюджетов субъектов Российской Федерации и местных бюджетов.

Победители и призеры олимпиад из утвержденного Министерством образования и науки Российской Федерации перечня олимпиад имеют хорошие льготы при поступлении в вузы.

Неслучайно среди показателей эффективности деятельности вузов, учитываемых при ежегодном мониторинге, есть такой показатель, как численность студентов, победителей и призеров олимпиад школьников, принятых на очную форму обучения на первый курс без вступительных испытаний. По этому показателю ситуация в РБ такова (таблица 1). Вузы из РБ, которые имеют студентов, зачисленных как победители и призеры олимпиад, всего три, лидером среди которых является УГНТУ.

Таблица 1 – Количество победителей и призеров олимпиад, зачисленных в вузы РБ без вступительных экзаменов

Вуз	2014	2015	2016
УГНТУ	20	16	14
УГАТУ	13	8	7
БГУ	2	1	3

Однако, несмотря на большое количество проводимых в РФ мероприятий по выявлению одаренных детей и очень привлекательные льготы у победителей и призеров этих олимпиад, можно выделить следующую проблему. В олимпиадах по математике из утвержденного Минобрнауки РФ перечня участвует незначительное количество школьников из Республики Башкортостан. Это может быть связано с тем, что подавляющее количество школьников из РБ не способны решать олимпиадные задачи или не знают о проводимых ежегодно олимпиадах (в том числе по математике). В качестве примера возьмем несколько олимпиад из утвержденного Минобрнауки РФ перечня олимпиад, заключительные этапы которых проводились и в Уфе. В таблице 2 указано общее количество учащихся с 6-го по 11-й классы из РБ, принявших участие в заключительных этапах данных олимпиад в 2016-2017 учебном году, и количество победителей и призеров из нашей республики.

Таблица 2 – Количество участников олимпиад из Республики Башкортостан в заключительном этапе в 2016/17 учебном году

Олимпиада по математике	Количество участников из РБ в заключительном этапе (с 6 по 11 классы)	Количество победителей и призеров из РБ					
		6 класс	7 класс	8 класс	9 класс	10 класс	11 класс
Межрегиональная олимпиада «Саммат»	63	12	10	3	1	-	-
МГУ «Покори Воробьевы горы»	49	-	-	2	3	-	-
Санкт-Петербургского гос. университета	28	-	-	-	-	-	1
Многопрофильная инженерная олимпиада «Звезда» (естеств. науки)	71	3	-	2	-	-	-

В других олимпиадах ситуация такая же или хуже. Как следствие победителей и призеров этих олимпиад считанные единицы и, как правило, многие из них являются учениками уфимских лицеев № 83 и 153 или уфимской гимназии № 93.

В дополнение к сказанному отметим, что согласно проведенному Московским центром непрерывного математического образования в 2016 году первого рейтинга регионов на основе результатов Всероссийской олимпиады школьников Республика Башкортостан выглядит даже среди субъектов Приволжского федерального округа весьма посредственно, причем эта картина не меняется в течение последних 5 лет (таблица 3).

Таблица 3 – Рейтинг регионов по количеству победителей и призеров всероссийской олимпиады школьников в ПФО на 100 тыс. чел.
(в скобках указано место в рейтинге)

Регион	Числ-ть региона на 01.01.2016 (млн)	2012	2013	2014	2015	2016
1	2	3	4	5	6	7
Республика Мордовия	0,81	2,18 (3)	3,30 (1)	2,83 (1)	4,20 (1)	5,57 (1)
Кировская область	1,30	2,86 (1)	3,26 (2)	2,29 (3)	3,37 (3)	3,78 (2)
Республика Татарстан	3,87	1,84 (5)	1,99 (5)	1,88 (4)	2,83 (5)	3,64 (3)
Республика Удмуртия	1,52	2,37 (2)	2,70 (3)	2,50 (2)	3,16 (4)	3,49 (4)

Продолжение таблицы 3

1	2	3	4	5	6	7
Республика Чувашия	1,24	1,68 (6)	1,13 (7)	1,37 (6)	3,47 (2)	3,40 (5)
Республика Марий-Эл	0,69	2,02 (4)	2,32 (4)	1,74 (5)	1,75 (6)	1,60 (6)
Нижегородская область	3,26	1,06 (9)	0,82 (9)	0,67 (11)	1,13 (10)	1,53 (7)
Ульяновская область	1,26	0,47 (13)	0,78 (10)	0,71 (10)	1,27 (7)	1,19 (8)
Республика Башкортостан	4,07	0,74 (10)	0,66 (12)	0,79 (9)	1,15 (9)	1,06 (9)
Оренбургская область	1,99	1,19 (8)	1,04 (8)	0,80 (8)	0,65 (12)	1,00 (10)
Пермский край	2,63	1,25 (7)	1,21 (6)	1,18 (7)	1,10 (11)	0,99 (11)
Пензенская область	1,35	0,51 (12)	0,73 (11)	0,66 (12)	0,59 (13)	0,96 (12)
Самарская область	3,21	0,56 (11)	0,50 (13)	0,53 (13)	1,21 (8)	0,66 (13)
Саратовская область	2,49	0,28 (14)	0,48 (14)	< 0,2(14)	0,28 (14)	0,56 (14)

В таблице 3 приведены данные по всем предметам, по которым проводится всероссийская олимпиада школьников. По математике наши школьники по сравнению со школьниками из других регионов выглядят так же не очень хорошо (таблица 4).

Таблица 4 – Количество участников заключительного этапа Всероссийской олимпиады школьников в 2017 году по математике
(в скобках количество победителей и призеров)

Регион	Числ-ть региона (млн)	9 класс	10 класс	11 класс	Всего
1	2	3	4	5	6
Республика Татарстан	3,87	9(5)	12(9)	6(1)	27(15)
Кировская область	1,30	4(1)	5(3)	2(1)	11(5)
Республика Удмуртия	1,52	2(1)	7(3)	1(1)	10(5)
Ульяновская область	1,26	6(2)	4(3)	-	10(5)
Нижегородская область	3,26	3(2)	1(1)	3(2)	7(5)
Республика Башкортостан	4,07	2	-	2	4
Республика Чувашия	1,24	-	-	-	0
Республика Марий-Эл	0,69	-	1	1(1)	2(1)

Продолжение таблицы 4

1	2	3	4	5	6
Республика Мордовия	0,81	2(2)	-	2	4(2)
Самарская область	3,21	1(1)	-	1	2(1)
Оренбургская область	1,99	1	-	-	1
Пермский край	2,63	-	-	-	0
Пензенская область	1,35	-	-	-	0
Саратовская область	2,49	-	-	-	0

В 2015 и 2016 годах результаты участия во всероссийской олимпиаде школьников по математике были аналогичные.

По результатам изложенного напрашиваются следующий вывод: во-первых, в республике не обеспечиваются на должном уровне условия для развития у обучающихся выдающихся математических способностей; во-вторых, большая доля обучающихся плохо информирована о проводимых олимпиадах и о льготах для победителей и призеров.

Следствием вышесказанного является также то, что большинство школьников имеют весьма расплывчатые представления о роли математики в различных областях наук и сферах производственной деятельности, о типах практических задач, которые решаются математическими методами.

Среди выпускников школ Республики Башкортостан, конечно, есть школьники с хорошей математической подготовкой, есть и победители, и призеры олимпиад из соответствующего перечня, но их совсем немного и большая часть из них уезжает на учебу за пределы нашей республики.

Для того, чтобы хотя бы частично решить сформулированные выше проблемы, а также для увеличения числа абитуриентов УГНТУ, имеющих хорошую математическую подготовку, необходимо усилить работу со школьниками в нескольких направлениях так, как это делает, например, упомянутый выше Московский центр непрерывного математического образования (МЦНМО). Можно предложить проведение, например, следующих мероприятий:

- научно-популярные лекции (видеофильмы, презентации) по применению математических знаний в различных сферах деятельности на доступном для школьников уровне;
- более широкое привлечение школьников к совместному со студентами решению практических задач с применением математических знаний под патронажем ведущих преподавателей выпускающих кафедр УГНТУ;
- подготовка школьников к участию в олимпиадах разных уровней, начиная с 6-7 класса, с целью формирования и развития у них способностей

решать нестандартные задачи, расширения кругозора и улучшения абстрактного и логического мышления;

- широкое информирование в средствах массовой информации о проводимых математических мероприятиях (олимпиады, турниры, конференции и т. д.);

- создание и ведение единой классификации (рейтинга) школьников РБ, участвующих в олимпиадном движении;

- формирование и организация подготовки сборных команд Республики Башкортостан по математике на основе республиканского рейтинга по возрастным категориям для участия в олимпиадах российского и международного уровня.

Список использованных источников

1. Распоряжение Правительства Российской Федерации от 24 декабря 2013г. №2506-р «О Концепции развития математического образования математического образования в РФ».
2. Постановление Правительства Российской Федерации от 17 ноября 2015 г. № 1239 «Правила выявления детей, проявивших выдающиеся способности, сопровождения и мониторинга их дальнейшего развития».
3. Приказ Министерства образования и науки РФ от 30 августа 2016 г. № 1118 «Об утверждении перечня олимпиад школьников и их уровней на 2016/17 учебный год».
4. Указ Президента РФ от 7 декабря 2015 г. N 607 "О мерах государственной поддержки лиц, проявивших выдающиеся способности".

Научное издание

**РОЛЬ МАТЕМАТИКИ
В СТАНОВЛЕНИИ СПЕЦИАЛИСТА**

**Материалы
Международной научно-методической конференции**

Материалы публикуются в авторской редакции

Подписано в печать 00.06.2017. Бумага офсетная.
Формат 60х84 1/16.
Гарнитура «Таймас». Печать трафаретная. Усл. печ. л. 5,5.
Тираж 25. Заказ ____.

Отпечатано с готового электронного файла

Издательство
Уфимского государственного нефтяного технического университета

Адрес издательства:
450062, Республика Башкортостан, г. Уфа, ул. Космонавтов, 1.